



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

INFRARAKENNUSURAKAN ALOITUSVAIHEEN TEHOSTAMINEN

Antti Paksuniemi

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Diplomityö

Elokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Infrarakennusurakan aloitusvaiheen tehostaminen

Antti Paksuniemi

Oulun yliopisto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Diplomityö 2020, 109 s. + 2 liitettä

Työn ohjaajat yliopistolla: TkT, professori Harri Haapasalo, DI Anne Tuomela,

TkT, apulaisprofessori Pekka Rossi

Infrarakentamisen pääurakointi on perinteikäs ja kilpailtu toimiala. Tuottavuuden nostaminen sujuvien toimintamallien kautta on elinehto urakointia harjoittaville yrityksille. Tämän työn tavoitteena oli löytää keinoja erityisesti urakan aloitusvaiheen tehostamiseen. Tutkimusta varten suoritettiin aluksi kirjallisuuskatsaus, jossa etsittiin onnistuneen infrarakennusurakan perusedellytyksiä. Perusedellytyksiä tunnistettiin yhteensä seitsemän, eli yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio, kustannusten hallinta, laadun hallinta, turvallisuus, ajallinen hallinta, resurssit ja hankinta sekä ympäristövastuullisuus. Empiriavaiheessa tutkittiin näiden perusedellytysten toteutumista urakan aloitusvaiheessa ja kohdeyrityksen toiminnassa. Tutkimusmetodeina käytettiin asiakirjakatsausta sekä haastattelututkimusta kohdeyrityksen tuotantojohdolle. Tutkimuksen tuloksena esitettiin kehitysehdotuksia kohdeyrityksen urakointitoimintaan. Tutkimuksen loppuvaiheessa toteutettiin näistä kaksi, eli aloitusvaiheen muistilista sekä mittausohje koneenkuljettajille. Toteutettujen kehystoimenpiteiden vaikutukset arvioitiin validoinnin perusteella myönteisiksi. Validointi toteutettiin case-kohteessa, joka oli kohdeyrityksen urakoima katusaneerauskohde. Kohdeyritykselle laadittiin lopuksi myös uusi toimintamallikaavio urakan aloitusvaiheeseen. Tutkimuksen perusteella tärkeimpiä tekijöitä aloitusvaiheen tehostamiseen ovat tuotantojohdon selkeä ja laaja vastuuttaminen, osapuolten aikainen osallistaminen sekä toimintamallin selkeys. Työn tuloksia hyödynnetään jatkossa kohdeyrityksen toiminnan kehittämisessä ja ne ovat yleistettävissä myös moneen muuhun tarkoitukseen.

Asiasanat: infrarakentaminen, tuotannonsuunnittelu, toimintamalli, tehostaminen

ABSTRACT

Optimizing of infra construction project's starting phase

Antti Paksuniemi

University of Oulu, Degree Programme of Civil Engineering

Master's thesis 2020, 109 p. + 2 Appendixes

Supervisors at the university: D.Sc. (Tech.), Professor Harri Haapasalo,

M.Sc. (Tech.) Anne Tuomela, PhD (Tech.), Assistant professor Pekka Rossi

The main contracting of infra projects is a traditional and highly competed field. Productivity increase through smooth operational models is vital for construction companies. The aim of this thesis was to find the ways to optimize especially the starting phase of the project. In the thesis, a literature review was conducted, where the basic requirements for the successful infra construction project were mapped. Overall, seven basic requirements were identified: integration and communication, cost management, quality management, safety, schedule management, resources and purchase and also environmental responsibility. Actualizing of these basic requirements in starting phase of the project and in client company's procedures were studied in thesis' empirical phase. As a research method, document review and study interview for the company's production management, were used. As a result of a survey, development proposals for the company's contracting procedures were presented. In the end-phase of the study, two of these development proposals were implemented; the checklist for starting phase and measuring guide for the excavator operators. The effects of these implemented development proceedings were evaluated to be positive. Validation was actualized in the case-site, which was a street renovation project constructed by client company. Finally, the new operational model diagram for the starting phase of the project was formed to the company. According to this survey, the main factors for optimizing the starting phase are clear and comprehensive share of responsibilities among production management, early stakeholder involvement and clarity of operational model. The results of this thesis are utilized in developing client company's operation and it's also possible to generalize them in many other purposes.

Keywords: infra construction, production planning, operational model, optimizing

ALKUSANAT

Diplomityöni on tehty liittyen Oulun yliopiston rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelmaan marraskuun 2019 ja heinäkuun 2020 välisenä aikana. Kiitän työn tilaajaa, Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy:tä tämän tilaisuuden antamisesta. Työn pääasiallisena tavoitteena oli löytää keinoja kohdeyrityksen urakointitoiminnan kehittämiseen. Tarkastelussa oli erityisesti urakan aloitusvaiheen tehostaminen. Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy:ltä työn ohjaajana oli toimialajohtaja Timo Matila, jolle haluan esittää kiitokseni asiantuntevista neuvoista ja tuesta. Oulun yliopistolta työn tarkastajana toimi tuotantotalouden professori Harri Haapasalo, jota kiitän erityisesti diplomityön rakenteeseen liittyvistä lukuisista tärkeistä ohjeista. Harrin lisäksi työn ohjaajina toimivat apulaisprofessori Pekka Rossi sekä yliopisto-opettaja ja tutkija Anne Tuomela. Lämpimät kiitokset teille, että jaksotte lukea työtäni läpi ja antaa rakentavaa palautetta.

Huomatessani vuonna 2017 rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutuksen palanneen Oulun yliopistoon, minussa heräsi kiinnostus opintojeni jatkamiseen ja yliopistotutkinnon hankkimiseen. Pärjääminen opinnoissa viidentoista vuoden tauon jälkeen arvelutti hieman, mutta pelko osoittautui turhaksi. Nyt kaksi vuotta opintojeni aloittamisen jälkeen en ole todellakaan katunut ratkaisuani. Opiskelu on katkaissut mukavasti pitkän työputken ja antanut lisämotivaatiota työelämässä jatkamiseen. Voin suositella ratkaisua kaikille niille kollegoilleni, joilla tuntuu olevan vielä poltetta oppia uusia asioita. Minulla on toimialaltani vahva työkokemus, mutta silti maisteriopinnot ja diplomityön tekeminen ovat olleet erittäin mielenkiintoinen, opettavainen ja antoisa kokemus. Opiskelutovereilleni kuuluu kiitos hyvästä yhteistyöstä ja henkisestä tuesta välillä haastavissakin opinnoissa. Perheeni, eli Satu ja pojat ansaitsevat erityiskiitokset etenkin kärsivällisyydestä opintojeni ja diplomityöni kirjoittamisen jaksamisessa.

Oulu, 13.7.2020

Antti Paksuniemi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	7
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	10
2.1 Infrarakennusurakan hallinta.....	10
2.2 Infrahankkeen osapuolet	28
2.3 Urakkamuodot.....	30
2.4 Kirjallisuussynteesi	37
3 EMPIRIA	39
3.1 Tutkimusmenetelmät	39
3.2 Urakan aloitusvaiheen premissit	41
3.2.1 Yhteistoiminnallisuus ja kommunikatio	41
3.2.2 Kustannusten hallinta.....	45
3.2.3 Laadun hallinta	48
3.2.4 Turvallisuus	51
3.2.5 Ajallinen hallinta	55
3.2.6 Resurssit ja hankinta	60
3.2.7 Ympäristövastuullisuus.....	68
3.2.8 Työmaan perustaminen.....	71
3.3 Haastattelututkimus.....	76
3.3.1 Haastatteluteemat ja informantit	76
3.3.2 Kysymysten asettelu teemoittain ja kooste vastauksista	77
3.4 Case-kohteen esittely	85
3.5 Nykytilasynteesi	87
4 TULOKSET JA TOIMENPITEET	91
4.1 Uusi toimintamalli ja kehitysehdotukset urakointitoimintaan	91
4.2 Toteutettujen kehitystoimenpiteiden validointi case-kohteessa.....	95
5 ARVIOINTI JA YHTEENVETO	98
5.1 Kontribuutio	98
5.2 Arviointi	100
5.3 Jatkokehitystarpeet	103

LÄHDELUETTELO

LIITTEET:

Liite 1. Aloitusvaiheen muistilista infrarakennustyömaalle.

Liite 2. Mittausohje kaivinkoneenkuljettajalle.

1 JOHDANTO

Infrarakentaminen on perinteinen, mutta koko yhteiskunnan toimivuuden kannalta kriittinen toimiala. Ala uudistuu digitalisaation myötä ja uusia urakkamuotoja, kuten allianssimalli, otetaan käyttöön. Perinteinen kokonaisurakka on silti edelleen yleisin infrahankkeen toteutusmalli. Kokonaisurakassa tilaaja teettää suunnittelun ja rakennustyön erikseen kilpailuttamallaan toimijoilla. Tilaajan valitsema pääurakoitsija kantaa tyypillisesti suurimman vastuun rakentamisvaiheen toteutuksesta. Kokonaisurakalla on tunnetusti useita huonoja puolia, kuten osapuolten eriävät intressit sekä vajavainen vuorovaikutus. Uusilla, integroiduilla toteutusmuodoilla läpiviedyillä hankkeilla näitä haasteita on pystytty vähentämään merkittävästi (Salminen 2020, s. 172). Kuitenkin niin kauan, kuin valtaosa urakoista teetetään kokonaisurakkamallilla, on myös sen toteuttamisessa pyrittävä jatkuvaan toimintatapojen kehittämiseen. Integroitujen toteutusmuotojen periaatteiden soveltaminen onkin yksi mahdollisuus myös kokonaisurakkamallin kehittämiseen.

Infrarakentamisen pääurakointi on kilpailtu toimiala (Rantala 2018), jossa kaiken kokoisille ja tyyppisille urakoille löytyy useampi potentiaalinen urakoitsija niitä toteuttamaan. Valtaosa urakoista ratkaistaan halvimman hinnan periaatteella, mikäli yhtiön perusedellytykset urakan suorittamiseksi muuten ovat kunnossa. Kustannustehokkuuteen pyrkiminen on siis ensiarvoisen tärkeää urakoitsijan työkanan ja toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi. Suorittavaa työtä tekevän henkilöstön tehokkuuden nostamisen rajat tulevat kuitenkin vastaan usein nopeasti. Lisäksi toimialalle on tyypillistä rakennustuotannon volyymin suuri kausivaihtelu sekä suhteellisen suuri työvoiman vaihtuvuus. Yhdessä nämä tekijät aiheuttavat tarpeen mahdollisimman selkeälle ja virtaviivaiselle yhtiön sisäiselle toimintamallille. Urakoiden läpiviennin sujuvoittaminen yhtiön sisäisiä toimintamalleja kehittämällä onkin yksi tärkeä keino vastata kovaan kilpailuun.

Tämän tutkimuksen aiheena on infrarakentamisen kokonaisurakoinnin edellytysten tutkiminen ja kehittäminen pääurakoitsijan näkökulmasta. Aihetta on rajattu koskemaan erityisesti urakan aloitusvaiheen edellytysten tutkimista. Aloitusvaiheen problematiikkaa ovat aikaisemmin tutkineet ainakin Göös (2018) ja Häkkinen (2014) talonrakentamisessa sekä Loponen (2013) infrarakentamisessa. Urakan aloitusvaihe ajoittuu urakkakilpailun ratkeamisen ja varsinaisten rakennustöiden aloittamisen

väliselle ajalle. Toisaalta voidaan myös määritellä, että aloitusvaihe alkaa jo urakkalaskentavaiheessa ja päättyy kun rakentamisvaihe on kestänyt jo jonkin aikaa. Aloitusvaiheen toimenpiteiden onnistuminen on pääurakoitsijan kannalta aivan oleellista koko urakan onnistumista ajatellen.

Tutkimuksen tilaajana toimivan kohdeyrityksen pääasiallinen toimintakenttä on infrarakentamisen pääurakointi Oulun seudulla. Työn tavoitteena on **löytää keinoja kokonaisurakan aloitusvaiheen tehostamiseen kohdeyritykselle tyypillisissä urakoissa**. Tavoite pyritään saavuttamaan seuraavien tutkimuskysymysten kautta:

TK 1: Mitkä ovat perusedellytykset infrarakennusurakan onnistuneelle läpiviennille?

TK 2: Mitkä toimenpiteet ovat pääurakoitsijan vastuulla infrarakennusurakan aloitusvaiheessa? Millainen on kohdeyrityksen nykyinen kokonaisurakan aloitusvaiheen toimintamalli?

TK 3: Miten kokonaisurakan aloitusvaiheen läpivientiä voidaan tehostaa kohdeyrityksen tapauksessa?

Tutkimus on rajattu koskemaan erityisesti infrarakentamisen pääurakoita, jotka ovat arvoltaan noin 0,5 – 5 miljoonan euron välillä. Tuloksia voidaan kuitenkin soveltaa myös arvoltaan tätä suurempiin urakoihin, koska samat lait, asetukset, yleiset laatuvaatimukset ja yleiset sopimusehdot koskevat kaikkia Suomessa toteutettavia urakoita niiden arvosta riippumatta. Rajausta on tehty myös siten, että tutkimus käsittelee erityisesti tavanomaista infrarakentamista, eli esimerkiksi väylä- ja verkostorakentamista. Tietomallintamisen hyödyntäminen infrarakentamisessa on jätetty tästä tutkimuksesta käytännössä kokonaan pois aihepiirin suuren laajuuden vuoksi. Aihe on kuitenkin todella tärkeä, joten tietomallien hyödyntämisen kehittäminen olisi hyvä jatkotutkimusaihe. Halttulan et al. (2020, s. 15) mukaan data ja datan hallinta tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia tehokkuuden parantamiseen myös infrarakennusprojekteissa. Eräs selkeä kehitysmahdollisuus on datan osaoptimoinnin ja pirstoutumisen estäminen.

Tutkimus aloitetaan kirjallisuuskatsauksella, jossa selvitetään perusedellytykset onnistuneelle infrarakennusurakan läpiviennille pääurakoitsijan näkökulmasta. Perusedellytyksiä etsitään enimmäkseen perinteisen kokonaisurakan projektinhallinnan osa-alueista. Niiden lisäksi selvitetään kehittyneempien, eli integroitujen toteutusmuotojen peruseriaatteita. Kirjallisuuskatsauksessa hyödynnetään aikaisempaa tutkimusta, eli kirjallisuutta ja julkaisuja liittyen lähinnä rakennushankkeiden hallintaan. Kirjallisuuskatsauksesta koostetaan kirjallisuussynteesi, jossa esitetään kaavio onnistuneen infrarakennusurakan perusedellytyksistä. Kirjallisuuskatsauksen perusteella luotu teoreettinen viitekehys ohjaa tutkimuksen empiriaosuutta. Empiriaosuudessa tutkitaan havaittujen perusedellytysten toteuttamista urakan aloitusvaiheessa sekä kohdeyrityksen nykyisessä toimintamallissa. Empiria aloitetaan tutkimalla aiheeseen liittyviä lakeja ja asetuksia, yleisiä sopimusehtoja, urakka-asiakirjoja, infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia, kohdeyrityksen laatujärjestelmää sekä muuta viitekirjallisuutta. Nämä yhdistettynä työn tekijän omiin kokemuksiin toimialalta muodostavat pohjan empirian seuraavalle vaiheelle, joka on haastattelututkimus kohdeyrityksen urakointiin osallistuville toimihenkilöille. Tutkimuksen aikana löydettyistä puutteista toimintamallissa, eli kehitysideoista, toteutetaan kaksi lupaavinta ennen empirian viimeisen vaiheen, eli case-kohteen aloittamista. Case-kohte on todellinen infrarakentamisen kokonaisurakka, jossa kohdeyritys toimii pääurakoitsijana. Case-kohteen kokemusten perusteella arvioidaan toteutettujen kehitystoimenpiteiden vaikuttavuus ja mahdolliset jatkotoimet. Nykytilasynteesissä tarkastellaan kirjallisuussynteesissä esitettyjen edellytysten toteutumista kohdeyrityksen toiminnassa. Tutkimuksen tuloksena laaditaan kohdeyritykselle uusi toimintamalli kokonaisurakoiden aloitusvaiheeseen sekä lista mahdollisesti jatkossa toteutettavista kehitysehdotuksista. Tulososioon listataan myös mahdollisia jatkotutkimusaiheita kohdeyrityksen toiminnan kehittämiseksi tulevaisuudessa.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Infrarakennusurakan hallinta

Infrarakentamisen määritelmä

Infrastruktuurilla tarkoitetaan yhteiskunnan toiminnalle, tuotannolle ja taloudelliselle kehitykselle välttämättömiä palveluja, kuten tie-, rautatie-, lento-, vesi-, energia- ja tietoliikenneverkkoja. Infrarakentamisella tarkoitetaan infrastruktuurin rakentamista. Infrarakentaminen on suurelta osin maa-, vesi- ja kalliorakentamista, mutta infrahankkeisiin kuuluu usein myös rakennuksia sekä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksiin liittyvää rakentamista. Infrarakentamiseen voidaan siten katsoa kuuluvan:

- Liikenneväylien rakentaminen (kadut, tiet ja radat)
- Lentokenttien rakentaminen
- Satamarakentaminen
- Energiasektorin rakentaminen
- Vesihuollon rakentaminen
- Maanalaisten kalliotilojen rakentaminen
- Ympäristörakentaminen
- Tietoliikenneyhteyksien ja sähköverkkojen rakentaminen
- Teollisuusrakentaminen

Infrahankkeet syntyvät tarpeesta luoda, korjata, parantaa tai ylläpitää edellä mainittuja rakenteita. Hankkeet ovat tyypillisesti suuria, kalliita, pitkäkestoisia ja usein monimutkaisia. Infrahankkeet syntyvät usein julkisen sektorin tarpeesta ja ne rahoitetaan julkisin varoin. Infrahankkeen hyödyllisyyden perustelut löytyvät siis yhteiskunnan toiminnoista, niissä tapahtuneista muutoksista tai infrastruktuurin tarjoamissa palveluissa tapahtuneista muutoksista. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 5)

Onnistuneella infrahankkeella voidaan ymmärtää lopputulosta, jossa syntyvä tuote mahdollistaa tarpeen mukaisen toiminnan, täyttää asetetut vaatimukset (esimerkiksi laatutaso) ja jonka vaikutukset ovat halutunlaiset. Infrahankkeen tilaajaorganisaation

tärkein tehtävä on huolehtia tämän tavoitetilan määrittämisestä, yksittäisten tavoitteiden kuvaamisesta ja niiden toteutumisen varmistamisesta. Tavoitteiden asettamista voidaan pitää hankkeen tärkeimpänä vaiheena. Kustannusten hallinnan näkökulmasta hankkeen tavoite on saavuttaa haluttu tavoitetila kohtuullisin kustannuksin pyrkien estämään turhia tai kohtuuttomia kustannuksia. Tavoite ei ole minimoida kustannuksia, vaan pikemminkin optimoida hanketta ja lopputuotteen ominaisuuksia siten, että kustannustavoitteen puitteissa saavutetaan mahdollisimman laadukas lopputulos. (RIL 231-1-2006, s. 8)

Tuotteen laatu voidaan määritellä sen kykynä täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset. Infrahankkeessa asiakkaan määritelmä on hyvin laaja. Infrahankkeisiin liittyy niiden yhteiskunnan toimintoja tukevasta luonteesta johtuen lukuisia intressejä, jotka eivät aina ole yhteen sovitettavissa. Lopputulos on aina kompromissi. Päätöksentekoprosessissa otetaan kantaa siihen, minkä osapuolen intressi on merkittävämpi ja minkä vähemmän merkittävä. On epärealistista pyrkiä täysin kaikkia tyydyttävään ratkaisuun. Päätöksentekoprosessin tuloksena syntyvät hankkeen tavoitteet. Hanke on laadukas, mikäli asetetut tavoitteet toteutuvat. Hankkeen laadun ja hinnan välillä on korrelaatio, mutta se ei ole vahva. (RIL 231-1-2006, s. 8-9)

Hankkeen ajallinen hallinta

Hankkeen ajallisen hallinnan tehtävä on varmistaa hankkeen ajallisten tavoitteiden toteutuminen. Siihen kuuluvat tehtävien määrittäminen, tehtävien toteutusjärjestyksen määrittäminen, tehtävien keston arvioiminen, aikataulun laatiminen ja aikataulun valvonta. Hankkeen alussa määritettävät alustavat aikataulut perustuvat viitekohteisiin, aikataulutiedostoihin sekä tyypillisiin tehtäväriippuvuuksiin ja -kestoihin. Hankkeen edetessä tiedot tarkentuvat ja päästään jatkuvasti yksityiskohtaisempiin aikatauluihin. Hankkeen aikataulutehtävät koostuvat osittelun elementeistä. Hankkeen tehtävät määritellään osittelun perusteella hierarkkiseksi tehtäväluetteloksi sekä määritetään tehtävien riippuvuudet ja arvioidaan niiden kestot. Tehtävistä kootaan eritasoisia aikatauluja alkaen pääaikataulusta ja päättyen lopulta yksityiskohtaisiin toteutusaikatauluihin. Lisäksi hankkeesta tehdään toteutusaikataulu ja sitä täydentävät hankinta- ja suunnitelma-aikataulut. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 21-22)

Aikatauluja voidaan tehdä erilaisin laadinta- ja piirrostekniikoin. Työmaan ohjauksen kannalta aikatauluista kannattaa laatia erilaisia esityksiä käyttötarkoituksen mukaan –

esimerkiksi jana-aikataulu yleisaikatauluksi sen informatiivisuuden takia, paikka-aikakaavio tuotannon suunnittelun ja ohjauksen apuvälineeksi, valvontavinjetti työn valvontaa ja ohjausta varten sekä lukujärjestys tai jana-aikataulu yhteisesti sovituista viikon töistä viikkosuunnitelman ilmentymäksi. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr 2017, s. 21)

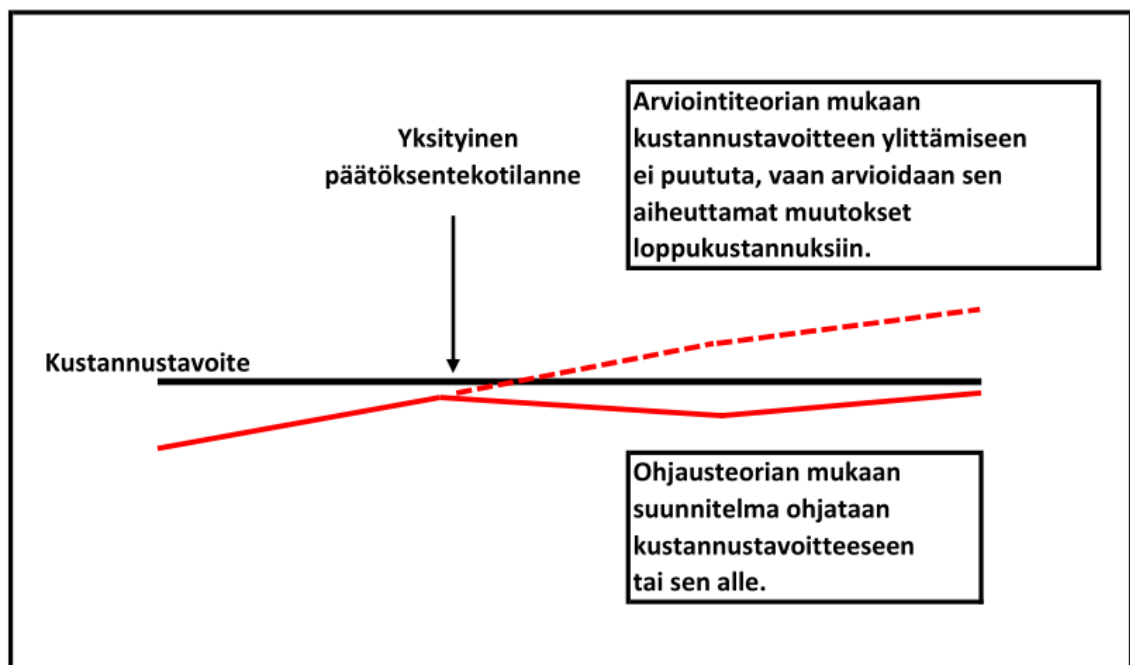
Toimivan aikataulun luominen edellyttää, että rakennuskohteeseen perehdytään huolellisesti. Alustavan yleisaikataulun suunnittelun lähtötietoina toimivat tarjouspyyntöasiakirjat. Urakkaohjelmassa tyypillisesti määritellään mm. urakoitsijalta vaadittavat laadunvarmistusmenettelyt, sakolliset välitavoitteet ja urakka-aikaa koskevat erityiset vaatimukset. Tarjouspyyntöasiakirjat sisältävät myös tekniset suunnitelma-asiakirjat, joita ovat piirustukset sekä rakennus- ja työselostukset. Piirustuksista selviää rakennuskohteen mitattavat ominaisuudet kuten laajuus ja tarkat mitat. Urakkarajaliitteen avulla urakoitsija voi muodostaa käsityksen oman suoritusvelvollisuutensa piiriin kuuluvista asioista sekä urakkahintaan vaikuttavista tekijöistä. Alustava yleisaikataulu käydään läpi sopimusneuvotteluissa. Tarvittaessa alustavaa yleisaikataulua muokataan ja tarkennetaan. Sopimusosapuolten hyväksymä ja tarkentama yleisaikataulu liitetään sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr 2017, s. 43-45)

Lindholmin ja Junnosen (2012, s. 102-103) mukaan hankkeen ajallisen valvonnan tehtävänä on tunnistaa kohdat, joissa ongelmia alkaa muodostua. Muutosten vaikutukset selvitetään ja toimintaa korjataan tarvittaessa siten, että asetetut tavoitteet saavutetaan. Yhdessä tuotantotehtävässä tapahtunut muutos voi aiheuttaa muutoksia monen muun tehtävän ajoitukseen. Ajalliset viivästymät heijastuvat myös helposti kustannuksiin, sillä myöhästymisen kiinniotto aiheuttaa lisäkuluja. Tuotannon ohjauksen tavoite on estää negatiiviset kustannuspoikkeamat heikentämättä muita osa-alueita, kuten laatua, ympäristöystävällisyyttä ja työturvallisuutta. Tavoitteeseen päästään minimoimalla tai estämällä suunnittelemattomat kustannukset sekä optimoimalla suunniteltujen kustannusten toteutumista siten, että toteutus on mahdollisimman edullista. Kun tuotanto poikkeaa suunnitellusta, käynnistetään ohjausprosessi selvittämään poikkeaman vaikutukset käynnissä olevaan työhön, seuraaville samassa työkohteessa tehtäville työvaiheille ja seuraaville samoilla resursseilla tehtäville työvaiheille. Jos vaikutukset ovat huomattavia, suunnitellaan kiinniottotoimenpiteitä, jotka toteuttamalla viivästyksen tai poikkeaman aiheuttama vahinko voidaan minimoida ja palata

alkuperäiseen suunnitelmaan. Tietyissä tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaista laatia aikataulu ja tuotantosuunnitelma uudelleen ja ottaa poikkeama huomioon.

Hankkeen kustannusten hallinta

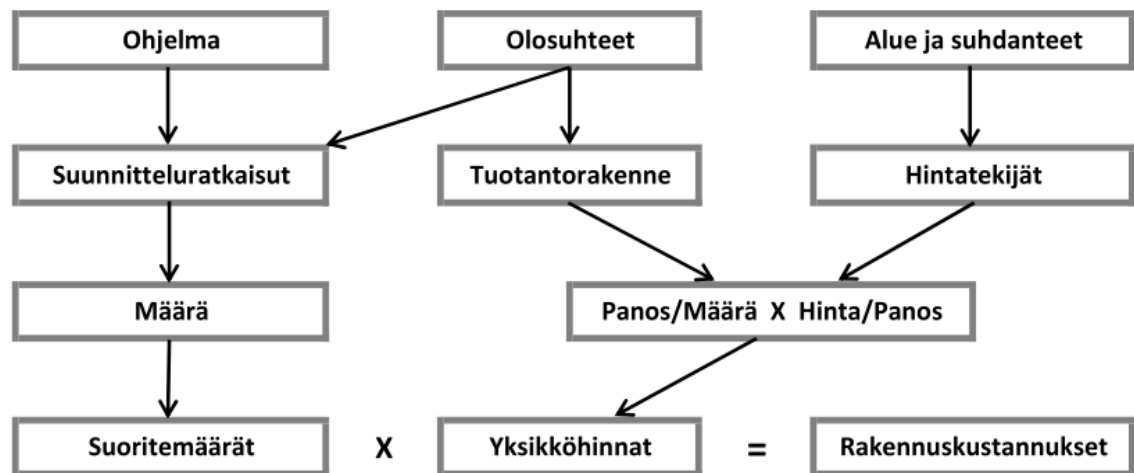
Hankkeen lopputuloksen onnistumisen kannalta on kustannushallinta yksi keskeisiä tehtäviä. Muuten laadukasta lopputulosta voidaan pitää osittain epäonnistuneena, mikäli hankkeen kustannukset ovat karanneet hallitsemattomasti. Kustannusten hallinta ei kuitenkaan ole itseisarvo. Lähtökohtana voidaan kuitenkin pitää, että päätöksentekijän on aina tiedettävä päätöstensä kustannusvaikutukset. Mikäli näin ei ole, on vaarana, että sitoudutaan ratkaisuihin, jotka ovat ristiriidassa taloudellisten tavoitteiden kanssa. Hankkeen kustannusten hallinnassa voidaan erottaa karkeasti kaksi eri teoriaa: arviointiteoria ja ohjausteoria (Kuva 1). Arviointiteoriassa hankevaiheen toteuma todetaan siten, että osapuolille muodostuu kuva hankkeen tilasta. Tämän jälkeen hankeprosessi jatkuu ja päättyy mahdollisesti sattumanvaraiseen lopputulokseen. Ohjausteoriassa hankkeelle asetetaan tavoite, jonka toteutumista testataan ennalta sovituin määrävälein. Havaitut erot tavoitteeseen analysoidaan ja hanke pyritään ohjaamaan kohti tavoitteen mukaista tilaa. (RIL 231-1-2006, s. 14)



Kuva 1. Arviointi- ja ohjausteoria (mukaillen RIL 231-1-2006).

Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 36-37) mukaan rakennushankkeen kustannusten ohjauksen kannalta on merkityksellistä tiedostaa kustannusten määräytyminen hankkeen

eri vaiheissa. Rakennuskustannuksiin voidaan vaikuttaa voimakkaimmin suunnitteluvaiheessa, koska keskeiset hankkeen laajuuteen ja laatutasoon liittyvät päätökset tehdään juuri suunnittelun yhteydessä. Hankkeen kustannukset konkretisoituvat rakentamisen aikana, mutta valmiiden suunnitelmien perusteella rakennettaessa kustannuksiin ei voida juurikaan enää vaikuttaa. Eri hankkeiden rakennuskustannukset poikkeavat toisistaan johtuen hankeohjelman, rakennuspaikan olosuhteiden, suunnitteluratkaisujen, rakennuttamis- ja tuotantoratkaisuiden sekä hinta- ja suhdannetekijöiden aiheuttamista eroista (Kuva 2).



Kuva 2. Rakennuskustannusten aiheutuminen (mukaiillen Lindholm ja Junnonen 2012).

Hankkeen kustannusarviot ovat rakennuttajan, suunnittelijan tai toteuttajan tekemiä, ja niiden tekeminen on erilaista suunnittelu- ja tarjousvaiheissa. Kustannuslaskenta jakautuu määrälaskenta- ja hinnoitteluvaiheeseen. Määrälaskennan tavoitteena on tuottaa määriä koskevaa tietoa käytettäväksi hankkeen eri vaiheissa ja eri tehtävissä. Määrätietojen tarkkuus ja muoto vaihtelevat riippuen tietotarpeesta ja käytettävissä olevista suunnitelmista ja muista lähtötiedoista. Kaikki hankkeen eri osapuolet tarvitsevat määrätietoja oman päätöksenteon perustaksi ja keskinäiseen kanssakäymiseen. Rakennusosien määrät mitataan yleensä InfraRYL-määrälaskentaohjeiden mukaan. Tuotantovaiheessa kustannukset aiheutuvat panoksien käytöstä, eli menekeistä ja panoshinnoista. Panoksia ovat työ-, tarvike-, aliurakka- ja kalustopanokset. Panoksien käyttöön voidaan vaikuttaa tuotantoratkaisuilla eli tuotantotekniikan ja työmenetelmien valinnalla sekä työmuotovalinnoilla (oma työ/ aliurakka). Panoshintoihin voidaan jossain määrin vaikuttaa työmuotovalinnalla ja tarvikkeiden hankintaratkaisuilla. Panoshintoihin ja edelleen kustannuksiin sekä kustannuseroihin vaikuttavat paikalliset, ajalliset ja yrityskohtaiset tekijät, joita ovat

muun muassa suhdannetilanne, yleinen hintatason kehitys, urakkahintojen kehitys suhteessa suunnitelmiin ja paikallinen kilpailutilanne. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 39-44)

Siikasen ja Kankaisen (2004, s. 12) mukaan rakennustyömaan työnaikaisen kustannushallinnan tyypillisimpinä puutteina voidaan pitää:

- laskujen tarkastamisessa on huolimattomuutta,
- hankinnat ovat puutteellisia,
- kustannusylitysten aiheuttajia ei selvitetä,
- kustannushallintaa ei tehdä säännöllisesti ja systemaattisesti,
- tavoitearvioon ei ole päivitetty toteutustavan ja suunnitelmien muutoksia,
- kustannusvalvontanimikkeet on tehty väärin eivätkä vastaa todellisuutta.

Sen sijaan hyvän kustannushallinnan tunnuspiirteitä ovat:

- valvonta on säännöllistä ja systemaattista,
- kustannuspoikkeamien syyt selvitetään,
- laskujen tarkastus on huolellista,
- kustannusvalvonnan pääpaino on materiaaliostoja ja aliurakoita koskevien sopimusten ennakkovalvonnassa,
- kustannukset on yksilöity panostasolle.

Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 105-107) mukaan työn aikaiset kustannukset syntyvät resurssien eli panosten käytöstä. Kohteen toteutuksen taloudellisena tavoitteena on tehdä kohde tavoitearvion mukaisena. Haasteena toteutuksessa on se, että tehtävien ja hankintojen kustannukset voivat poiketa budjetista. Kustannusvalvonnalla tarkoitetaan toteutuneiden kustannustietojen keräämistä kohteesta ja niiden vertaamista tavoitteeseen sekä toimenpiteisiin ryhtymistä, jos kohde ei pysy tavoitteessa. Toteutuneiden kustannusten ja tavoitteen avulla voidaan myös ennustaa, miten kohde etenee taloudellisesti. Kustannusvalvonta on aktiivista toimintaa. Kustannusvalvonnassa reagoidaan poikkeamiin ja kustannusylityksiin. Kustannusvalvonnan tavoitteena on, että kohde toteutuu budjetin mukaisesti tai jopa alittaa sen. Kustannusvalvonnan työkaluna käytetään tarkkailulaskentaa. Tarkkailulaskennan avulla saadaan tietoa siitä, miten kohde etenee verrattuna budjettiin. Toteutuneiden määrien, tuntien ja kustannusten avulla voidaan myös ennustaa kustannukset työvaiheen tai hankkeen lopussa. Pelkkä

passiivinen ennustaminen ei kuitenkaan riitä, vaan tarvitaan myös aktiivista ohjausta, jotta hanke saadaan pidettyä budjetissa. Tarkkailulaskenta on siten tärkeä ohjauksen mahdollistava työkalu.

Laatu

Hankkeen laadunhallinnan tarkoituksena on varmistaa, että hankkeen lopputulos täyttää sille halutun laatutason ja asetetut laatuvaatimukset. Laadunhallintaan kuuluvat toiminnot ovat laadunsuunnittelu, laadunvarmistus ja laadunohjaus. Hankkeen laadunhallinta voidaan jakaa suunnitteluvaiheen laadunhallintaan ja toteutusvaiheen laadunhallintaan. Toteutusvaiheen laadunhallinnassa varmistetaan, että hankkeelle asetetut toiminnan ja lopputuloksen vaatimukset täyttyvät. Korkealaatuinen hankkeen lopputuote on erittäin haastava rakennusteollisuudelle muun muassa seuraavista syistä:

- Rakentaminen on kertaluonteista; täysin samanlaista kohdetta tulee harvoin toista.
- Rakentamisen laatu on kirjaimellisesti työmaan vastaavien käsissä, joista monet eivät välttämättä ole saaneet koulutusta laadun johtamiseen. Tästä johtuen valvonnan on oltava intensiivistä.
- Työskentelyolosuhteiden, esimerkiksi sään, muuttuminen työmaalla hankaloittaa tasaisen laadun tuottamista ja pakottaa suureen tarkastusten määrään.
- Virheitä ja huonoa rakentamista ei ole helppoa korjata – väärää rakennetta ei voi vain hylätä, vaan se täytyy purkaa, siirtää ja rakentaa uudestaan.
- Rakennusvirheiden korjaus yleensä aiheuttaa hankkeen myöhästymisen. Alarvoinen laatu saatetaan hyväksyä, jotta työssä edetään, mutta tätä on kuitenkin aina vältettävä.
- Rakennusvirheiden korjausten kustannukset ovat suuria, esimerkiksi jos kaivanto on väärässä paikassa.
- Mittausvirheet aiheuttavat ongelmia ja mittaus on suoritettava uudestaan jokaisen työvaiheen jälkeen.

Luettelossa olevia tilanteita ja niistä aiheutuvia kustannuksia pyritään välttämään kunnollisella laadunvarmistusmenetelmällä. Laadunvarmistuksella tarkoitetaan niitä suunniteltuja ja järjestelmällisiä toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että tuote tai palvelu täyttää sille asetetut vaatimukset.

Laadunvarmistuksen sisäiset tarpeet tähtäävät laatukustannusten minimointiin ja poikkeamakustannusten poistamiseen. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 61-62)

Infrarakennusurakoihin sovelletaan useimmiten Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja, eli YSE 1998:aa. Urakoitsijan laadunvalvonnalle on asetettu YSE 1998:n 11 § muun muassa seuraavia määräyksiä:

- Urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset puutteet ja virheet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta.
- Urakoitsijan on ilmoitettava tilaajan edustajalle havaitsemistaan vakavista virheistä urakkasuorituksessaan ja toimenpiteistään niiden korjaamiseksi.
- Rakennustavaroiden ja rakennusosien tarkastuksen tulee tapahtua ennen kuin niitä on alettu käyttää sekä jatkuvasti työn aikana.
- Urakoitsija kustantaa sellaiset rakennustavaroiden ja rakennusosien sekä työn laadun toteamiseksi tarpeelliset kokeet, jotka on erikseen sopimusasiakirjoissa mainittu, jotka rakentamista koskevien säännösten ja normien mukaan säännöllisesti on otettava tai jotka on katsottava tavanmukaisiksi.
- Sopimuksen vastaiset rakennustavaransa urakoitsijan tulee viipymättä poistaa rakennustyömaalta.
- Tilajalla on oikeus perustellusta syystä vaatia suoritettavaksi muitakin kuin edellä tarkoitettuja kokeita sekä laitteistojen ja järjestelmien puolueettomia testejä.

Laatuvaatimusten ymmärtäminen ja niiden yksiselitteisyys on laadun tekemisen tärkein edellytys. Periaate on selvä: ei voi tehdä oikein, jos ei tiedetä, mitä vaaditaan. Tulos on oikein vain sattumalta, ellei vaatimuksia tunneta. Tämän vuoksi laatuvaatimukset on selvitettävä ja periytettävä kaikille työntekijöille. Laatuvaatimukset on esitetty kohteen suunnitelmissa. Vaatimukset voivat perustua yleisiin laatuvaatimuksiin kuten InfraRYL-julkaisuihin, tai ne voivat olla kohdekohtaisia vaatimuksia. Lopputulokseen liittyvien vaatimusten lisäksi tai tilalle rakennuttaja voi esittää vaatimuksia, jotka koskevat toimintatapaa (esimerkiksi suojauksia), työsuoritusta tai työmenetelmiä. Kun laatuvaatimus on tunnistettu, on määritettävä, minkä muotoisena vaatimus on riittävän selkeä ohjaamaan toimintaa työmaalla. Lisäksi on suunniteltava ja valittava keinot, joilla varmistetaan halutun laatuominaisuuden toteutuminen. Tehdyt

laadunvarmistustoimenpiteet on dokumentoitava ja tallennettava esimerkiksi erilliseen laatukansioon. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 66-67 ja 142)

Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 62-63) mukaan työmaan laatusuunnitelman tehtävänä on toimia yksittäisen infrahankkeen laatujohtamisen käytännön työvälineenä. Sen tekemisellä otetaan huomioon hankkeen erityispiirteet, jotta rakennuttajan vaatimukset voidaan toteuttaa tehokkaasti. Työmaan laatusuunnitelma on hankekohtainen sovellus yrityksen laatu- tai toimintajärjestelmästä. Siinä esitetään menettelytapojen soveltaminen kyseessä olevassa kohteessa sen erityispiirteet huomioon ottaen. Kysymys on kohdekohtaisesta ”käsikirjoituksesta” ja ”pelisuunnitelmasta”, joka ohjaa koko tuotanto-organisaation toimintaa.

Turvallisuustoiminta työmaalla

Turvallinen työympäristö ja terveelliset työolot varmistetaan selvittämällä työpaikan vaaratekijät ja arvioimalla riskit. Työsuojelun tavoitteena on taata turvalliset ja terveelliset työolot ja tukea työntekijöiden työkykyä. Tehokas työsuojelu on järjestelmällistä sekä perustuu työpaikan vaarojen arviointiin ja yhteistyössä tehtyihin suunnitelmiin. Työsuojelu perustuu useisiin lakeihin ja asetuksiin kuten työturvallisuuslakiin (738/2002) ja valtioneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Rakennushankkeessa kaikkien osapuolten eli rakennuttajan, suunnittelijan, pää toteuttajan, työnantajan ja itsenäisen työnsuorittajan tulee huolehtia omista velvoitteistaan ja tarvittaessa toimia yhteistyössä velvoitteiden toimeenpanossa. Jokaisen toimijan on yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. (Kortene ja Olin 2017, s. 152-153)

Kortenen ja Olinin (2017, s. 169-170) mukaan rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle päätoteuttaja. Jos rakennustyömaalle ei ole nimetty päätoteuttajaa, vastaa rakennuttaja myös päätoteuttajalle kuuluvista velvollisuuksista. Päätoteuttajan tehtävistä huolehtivalla on oltava riittävä pätevyys ja asiantuntemus huolehtia päätoteuttajalle säädetyistä työturvallisuustehtävistä ottaen huomioon rakennushankkeen olosuhteet, ominaisuudet ja muut rakennustyön turvallisuuteen vaikuttavat tekijät sekä tosiasialliset toimivaltuudet huolehtia päätoteuttajalle säädetyistä velvoitteista. Päätoteuttajana voi olla pääurakoitsija, rakennuttaja, mikäli

työmaalla ei ole pääurakoitsijaa tai joku muu, joka johtaa työmaan kokonaistoimintoja. Rakennushankkeessa päätoteuttajan velvollisuutena on:

- tehdä rakennustöiden turvallisuussuunnitelma,
- suunnitella rakennustyömaan käyttö,
- tehdä työmaasta kirjallinen ennakkoilmoitus,
- laatia rakennustyömaan pelisäännöt,
- nimetä työmaalle pätevä vastuhenkilö,
- huolehtia rakennustyön toteutuksesta,
- pitää ajantasaista luetteloa työmaalla työskentelevistä.

Päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat ja rakennuttajan on varmistettava, että päätoteuttaja on tehnyt turvallisuussuunnitelman. Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja niin, ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville.

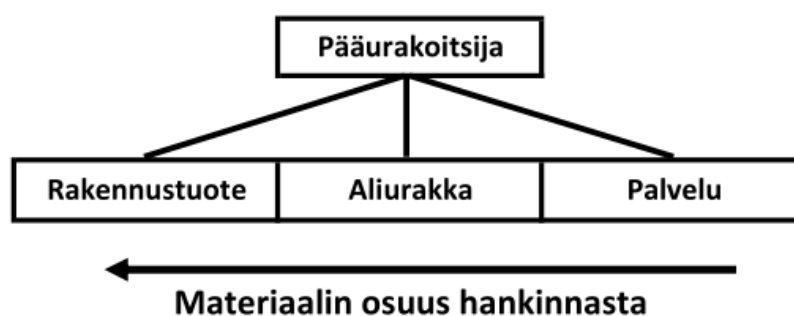
Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 89-90) mukaan päätoteuttajan on pantava täytäntöön, toteutettava ja seurattava rakennustöiden turvallisuussuunnitelmista johtuvat toimenpiteet. Päätoteuttajan on pidettävä rakennustyömaalla ajan tasalla rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat sekä rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma työnantajien ja itsenäisten työnsuorittajien antamien tietojen pohjalta. Tässä kyse on paitsi rakennustyölle ominaisesta jatkuvan suunnittelun periaatteesta, myös siitä, että rakentamista koskevat suunnitelmat muuttuvat ja vaikuttavat siten myös töiden toteuttamiseen. Päätoteuttajan on ilmoitettava tarvittaessa töiden, työvaiheiden ja olosuhteiden muutoksista rakennuttajalle, jos työtä ei voida suorittaa rakennuttajan edellyttämien suunnitelmien mukaisesti. Päätoteuttajan on otettava huomioon vaara- ja haittatekijöiden ennaltaehkäisy teknisten ja toteuttamisen järjestelyihin liittyvien suunnitelmien toteuttamisessa, jos ne koskevat samanaikaisesti tai peräkkäin toteutettavia töitä ja työvaiheita tai niiden ajoitusta, kestoja ja toteutustapaa. Päätoteuttajan on infratyömaata käynnistettäessä erityisesti otettava huomioon rakennustöiden turvallisuussuunnittelussa muun muassa maapohjan kantavuus ja kaivantojen tuenta. Lisäksi on otettava huomioon kulkureitteihin ja

työmaaliikenteeseen, nostotöihin ja siirtoihin, kaivu- ja täyttömassojen sijoitukseen sekä työmaaliikenteen ja yleisen liikenteen liittymiskohtiin liittyvät seikat.

Parhaatkaan riskien arvioinnit ja turvallisuussuunnitelmat eivät tuota tulosta, jos niillä ei ole vaikutusta yksittäisten työntekijöiden toimintaan. Arvioinnit ja suunnitelmat tulee saattaa tekijöiden tietoon perehdytyksen ja aloituspalaverien yhteydessä. Perehdyttämällä tarkoitetaan työntekijän saamaa opetusta ja ohjausta. Pää toteuttaja vastaa siitä, että jokainen urakoitsija ja työntekijä perehdytetään työmaan turvallisuussääntöihin ja ohjeisiin. Rakennustyömaan tarkastukset ja turvallisuusseuranta ovat turvallisuussuunnittelun ohella eräs tärkeimmistä työturvallisuuden toteuttamismuodoista rakennushankkeissa. Tarkastusten ja turvallisuusseurannan avulla varmistetaan suunnitelmien toteutuminen. Tarkastuksista ja seurannasta saatavan palautteen avulla kehitetään turvallisuussuunnittelua. Turvallisuusseuranta koostuu suunnitellusta tarkastustoiminnasta sekä opastuksen ja ohjauksen mukanaan tuomasta valvonnasta. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 91)

Hankintojen hallinta toteutusvaiheessa

Hankinnalla tarkoitetaan rakennustuotannossa käytettävien materiaali-, työ- ja palvelupanosten määrittelyä ja ostamista. Hankinta on siten organisaation ulkoisten resurssien hallintaa. Hankinnat voidaan sisällön perusteella ryhmitellä rakennustuotteen, aliurakan ja palvelun hankkimiseen. Erottavana tekijänä on hankintaan sisältyvän materiaalin osuus koko hankinnasta (Kuva 3); suurimmillaan materiaalin osuus on rakennustuotehankinnoissa, joissa hankitaan yleensä vain materiaalia, ja pienimmillään palveluhankinnoissa, joissa hankintaan ei pääsääntöisesti kuulu lainkaan materiaalia. Aliurakka on yhdistelmä, jossa materiaali ja niiden asennustyöt ostetaan samalta toimittajalta. Aliurakoissa materiaalin ja työn osuus vaihtelee huomattavasti. Ääritapauksena on niin sanottu työurakka, jolloin hankitaan ainoastaan työtä ja tilaaja toimittaa tarvittavat materiaalit. (Junnonen ja Kankainen 2012, s. 6-7)



Kuva 3. Materiaalien osuus hankinnasta (mukaillen Junnonen ja Kankainen 2012).

Junnoson ja Kankaisen (2012, s. 24-28) mukaan hankintojen suunnittelu on osa hankkeen tuotannonohjausta. Hankkeen tuotannonsuunnittelua ei voida tehdä kerralla valmiiksi koko laajuudessaan riittävällä tarkkuudella, vaan se on hajautettava osiin: tuotannon kokonaisuuden suunnitteluun ja yksittäisen tehtävän suunnitteluun. Samalla tavoin myös hankintojen suunnittelu on nähtävä ketjuna, joka etenee järjestelmällisesti koko hankkeen läpiviennin ajan. Tämän takia hankintojen suunnittelu hajautetaan kolmeen päävaiheeseen: tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu, toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu sekä yksittäisen hankinnan suunnittelu. Toteutusvaiheen hankintojen suunnittelun ja muun tuotannonsuunnittelun on tuettava toisiaan, jotta tuotanto toteutuu laadittujen aikataulujen mukaisesti. Urakkasopimusasiakirjat, yleisaikataulu, tavoitebudjetti ja hankkeen laatusuunnitelma toimivat hankintojen yleissuunnittelun lähtötietoina.

Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 121-122) mukaan hankinnan valvonnalla ja ohjauksella varmistetaan sopimuksen mukaisen lopputuloksen saavuttaminen. Keskeisimpiä valvontakohteita ovat työn edistyminen aikataulun mukaisesti ja laatuvaatimukset täyttäen. Infrahankkeissa hankitaan ja ohjataan tuotantopanoksina aliurakoitsijoita, konetyö- ja kuljetuspalveluita, materiaaleja ja tarvikkeita sekä työvoimaa. Hankinnan sopimisen ja ohjauksen vaiheita sovelletaan kuhunkin hankintaan eri tavalla. Aliurakan ohjauksella tarkoitetaan vaikuttamista aliurakan kustannuksiin, ajoitukseen, työn etenemiseen ja työn tuloksen laatuun. Aliurakoiden ohjausjärjestelmän toimivuus edellyttää, että pääurakoitsijan oma tuotannonohjaus ja laadunvarmistus toimivat. Aliurakan ohjauksen edellytykset perustuvat aliurakkasopimuksen määrittelemiin vaatimuksiin. Pääurakoitsijan tärkein keino ohjata aliurakoitsijan toimintaa ovat sopimuksen syntyä edeltävä prosessi ja itse sopimukseen

kirjatut asiat. Näistä keskeisimpiä ovat kirjaukset, jotka koskevat välitavoitteita, tuotantonopeutta sekä laadunvarmistusta. Sopimuksen teon jälkeen pääurakoitsijan mahdollisuudet ohjata aliurakkaa rajoittuvat sopimuksen mukaisen toiminnan vaatimiseen.

Aliurakan ohjauksen ja valvonnan tarkoituksena on sopimuksenmukaisuuden varmistaminen. Työn edistyminen aikataulun mukaisesti ja laatuvaatimusten täyttyminen ovat keskeisimpiä valvontakohteita. Pääurakoitsija voi ohjata aliurakoitsijaa sopimuslauseiden ja maksuerien avulla. Vain sopimukseen kirjattuja asioita voidaan vaatia. Aliurakoiden ohjaus tapahtuu pää- ja aliurakoitsijan yhteisissä kokouksissa (Taulukko 1). (Junnonen ja Kankainen 2012, s. 67-68)

Taulukko 1. Aliurakan työnaikaiset ajoituksen ja laadunohjaustilanteet (mukaillen Junnonen ja Kankainen 2012).

	AJOITUKSEN OHJAUS	LAADUN OHJAUS
Aloituskokous	<ul style="list-style-type: none"> - vapaan työkohteen varmistus - oikea-aikaisen aloituksen varmistus - materiaalitoimitusten ajoitus 	<ul style="list-style-type: none"> - edellisen työvaiheen vastaanotto - toteutustavan, laatuvaatimusten ja työturvallisuuden selvitys työntekijöille
Työmaakokoukset	<ul style="list-style-type: none"> - tilanteen selvittäminen - tuotannon ja resurssien toteaminen - lisä- ja muutostöiden vaikutus - poikkeamien analysointi - korjaavat toimenpiteet 	<ul style="list-style-type: none"> - mallityö - sopimuksen ja laatusuunnitelman mukaisen suorituksen tekeminen - tarkastukset työkohteessa - virheiden ja puutteiden korjaus - materiaalitoimintojen valvonta
Lopetuskokoukset	<ul style="list-style-type: none"> - valmiin työn luovutus 	<ul style="list-style-type: none"> - virheiden ja puutteiden korjaus - työn luovutus - jälkiarviointi

Lindholmin ja Junnoson (2012, s. 128-133) mukaan rakentamisessa materiaalihankinnalla tarkoitetaan rakennusmateriaalien, -tarvikkeiden ja -osien kauppaa. Materiaalihankintojen tavoitteena on hankkia tuotannon tarvitsemat materiaalit edullisesti, määrällisesti ja laadullisesti oikeana sekä ajallisesti työn etenemiseen nähden

sopivasti. Tavoitteiden saavuttamiseksi hankinnat on suunniteltava ja suunnittelun tulokset on vietävä hankintasopimukseen sopimusehdoiksi. Hankintasopimus tehdään yleensä kirjallisessa muodossa. Pienissä hankinnoissa voidaan käyttää tilausta ja tilausvahvistusta. Toimitusten valvonnan tarkoituksena on varmistaa sopimuksenmukaisen toimitusajan toteutuminen ja vähentää toimitusajankohdan poikkeamista aiheutuvia lisäkustannuksia. Valvontatoimenpiteisiin osallistuvat sekä työmaa, että hankintaosasto. Työmaan ja hankintaosaston yhteisiä ennakkoitoimenpiteitä ovat:

- tilauksien ja sopimusten tekeminen ajoissa,
- tilaus- ja toimitusajankohdan välillä suoritettu toimituksen varmistus,
- toimitukseen liittyvien epätarkkuuksien selvittäminen,
- toimitusajankohdan muutosten ennakointi ja niistä tiedottaminen toimittajalle,
- määrämuutosten ennakointi ja niistä tiedottaminen toimittajalle.

Toimittajalle on ilmoitettava välittömästi, jos työmaan tarpeet tai suunnitelmat yllättäen muuttuvat. Toimitusajankohtaa voidaan siirtää eteenpäin tai toimituserän sisältöä muuttaa. Näin vältetään ennenaikaisilta tai virheellisiltä toimituksilta. Myös toimittajan tulee omalta osaltaan ilmoittaa muutoksista urakoitsijalle.

Nykyinen rakennushankkeen johtamistapa edellyttää, että pääurakoitsija suunnittelee tuotannon huolellisesti ja siirtää sopimuksen ajalliset ja muut vaatimukset aliurakkasopimukseen. Pääurakoitsijan vastuulla on tuotantoprosessin kokonaishallinta, joka kuvataan yrityksen laatujärjestelmässä toimintaohjeina. Keskeiset ohjattavat kokonaisuudet liittyvät hankkeen talouteen, ajalliseen läpivientiin ja laatuun. Tuotannon ohjausjärjestelmä koostuu tuotannon suunnittelusta, tuotannon valvonnasta ja valvontatietojen perusteella tehdyistä ohjauspäätöksistä tuotannon palauttamiseksi suunnitelman mukaiseen tilaan. Suunnitelma on siten tuotannon malli, ja ohjaus liittyy mallin hyödyntämiseen. Mallissa on otettava huomioon suunnittelun keskeiset muuttujat, jotta se toimisi tavoitteena. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr 2017, s. 19)

Ympäristövastuullisuus

Yrityksellä on lakisääteinen velvollisuus olla riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista sekä parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) käytöstä päästöjen vähentämiseksi. Tämän velvoitteen hoitamiseksi yrityksen on syytä laatia ympäristösuunnitelma tai -järjestelmä. Ympäristösuunnitelmassa yritys määrittelee keskeiset ympäristönäkökohdat, tarvittavat toimenpiteet, vastuuhenkilöt ja aikataulun. Lisäksi isommissa hankkeissa on syytä laatia työmaakohtainen ympäristösuunnitelma. Ympäristösuunnitelma on usein osa laatu- ja turvallisuussuunnittelua. Ympäristösuunnitelmassa on erityisen tärkeää kartoittaa toiminnan mahdolliset ympäristöriskit ja miettiä, miten ympäristöriskejä voidaan vähentää. On myös aiheellista suunnitella etukäteen, miten toimitaan, jos ympäristöriski toteutuu. Ympäristösuunnitelmassa tunnistetaan ympäristönäkökohdat ja mietitään niiden merkittävyyttä. Ympäristösuunnitelmassa voidaan käsitellä esimerkiksi jätteitä ja niiden käsittelyä, polttoaineiden ja kemikaalien käsittelyyn liittyviä riskejä, lämmön- ja sähköenergian kulutusta, veden kulutusta ym. asioita. Ympäristösuunnitelmasta kertyy taloudellista hyötyä muun muassa siksi, että ympäristövahinkoihin varautuminen ja niiden ennakointi on yleensä huomattavasti halvempaa kuin niiden korjaaminen jälkikäteen. Työmaata koskevassa ympäristösuunnitelmassa otetaan kantaa muun muassa työmaan jätehuoltoon. (Kortene ja Olin 2017, s. 182-184)

Olinin (2015, s. 78-79) mukaan päätoteuttaja on rakennushankkeen eri vaiheissa vastuussa rakennusjätteistä. Päätoteuttaja huolehtii siitä, että rakennustyö suunnitellaan ja toteutetaan jätelain yleisten periaatteiden mukaisesti erityisesti siten, että:

- rakennusjätettä syntyy mahdollisimman vähän ja käyttökelpoiset materiaalit otetaan talteen ja käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen,
- rakennusaineita käytetään säästeliäästi ja niiden käyttöä korvataan mahdollisuuksien mukaan rakentamiseen soveltuvalla jätteellä,
- syntyvistä rakennusjätteistä ei aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle eikä merkityksellistä haittaa tai vaikeutta jätehuollon järjestämiselle.

Rakennus- ja purkujätteen haltijan on ensisijaisesti vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti

valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se. Lajiltaan ja laadultaan erilaiset jätteet on kerättävä ja pidettävä jätehuollossa toisistaan erillään. Rakennus- ja purkujätteen osalta erilliskeräys on järjestettävä ainakin seuraaville jätelajeille:

- betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet,
- kyllästämättömät puujätteet,
- metalli- ja lasijätteet,
- muovi-, paperi- ja kartonkijätteet,
- maa- ja kiviainesjätteet.

Rakennushankkeen kaikissa vaiheissa rakennusjätteen haltijan on huolehdittava siitä, että rakennusjäte suunnitellaan hyödynnettäväksi ja hyödyntäminen toteutetaan, jos se on teknisesti mahdollista eikä siitä aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon.

Ympäristöriskien hallinta varmistaa, että toiminta jatkuu häiriöttä, toiminnan laatu pysyy hyvänä eikä ympäristölle koidu haittaa. Riskejä voivat aiheuttaa esimerkiksi haitallisten aineiden virheellinen käsittely ja tekniset häiriöt. Äkilliset päästöt ilmaan, maaperään, vesistöön tai pohjaveteen voivat saada aikaan vakavia vaaratilanteita asukkaille ja ympäristölle. Jokaisella työmaalla tulee olla tiedossa, mitä aineita työmaalla käsitellään. Kaikista haitallisista aineista on työmaalta löydyttävä käyttöturvallisuustiedote. Haitallisten aineiden varastointi pitää järjestää siten, ettei vahingon sattuessa aineita pääse ympäristöön. Haitat ympäristölle ja naapurustolle tulee minimoida. Häiriötä aiheuttavat työvaiheet kannattaa suunnitella siten, että haitat ovat mahdollisimman pieniä. Tätä varten tulee selvittää esimerkiksi lähialueen herkät luontoalueet. Pölyn, värinän ja melun vaikutukset tulee kartoittaa etukäteen, eli onko lähistöllä esimerkiksi herkästi vaurioituvia kohteita. Työmaan kulkutoiminnot tulee suunnitella sekä henkilö- että ajoneuvoliikenteen osalta. Jos kulkuhaittoja ilmenee, ne tulee minimoida ja suunnitella. Työntekijät tulee perehdyttää työmaan ympäristöriskeihin ja kouluttaa oikeat toimintatavat ongelmatilanteissa. Eräs halvimpia keinoja onnettomuuksien tai tapaturmien vähentämisessä on yleisen siisteyden ylläpito. Yrityksen työntekijät ja työnjohto ovat avainasemassa ympäristöasioiden hoitamisessa. Henkilöstöä tulee kouluttaa ja tietotaitoa ylläpitää jatkuvasti ja ohjeistuksen tulee olla

ajantasaista. Toimintaan liittyvän ohjeistuksen tulee olla helposti saatavilla, riittävästi näkyvillä ja jokaisen tiedossa. (Kortene ja Olin 2017, s. 184-186)

Viestintä

Infrahankkeissa on useita sidosryhmiä: valtio, kunnat, tienkäyttäjät ja yksittäiset maanomistajat. Hankkeessa on myös tyypillisesti useita urakoitsijoita ja suunnittelijoita toteuttamassa hanketta. Tämän vuoksi oleellinen osa infrahankkeiden hallintaa on hankkeen viestintä ja viestinnän hallinta. Hankkeen viestinnän hallintaan kuuluvat ne toimenpiteet, joiden avulla pyritään varmistamaan hankkeessa tarvittavan informaation hallinta. Yksi tärkeimmistä rakennushankkeen erityispiirteistä viestinnän kannalta on, että rakennushankkeessa on mukana paljon eri osapuolia, joilla kaikilla on omat tavoitteensa. Tämä vaikeuttaa kokonaisuuden kontrollointia. Omat vaatimuksensa viestinnälle asettavat myös rakentamisen kertaluontoisuus ja suuri tietomäärä rakentamisen eri vaiheissa. Hankkeet ovat alttiita toteutusvaiheen aikaisille muutoksille ja lisäyksille, joten niiden hallinta vaatii myös panostamista tiedonvälitykseen ja raportointiin. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 81-82)

Viestinnän merkitystä projektin yhtenä tärkeimpänä työkaluna ei voida vähätellä. Viestinnän ei välttämättä aina ajatella olevan projektinhallinnan yksi tärkeimmistä osa-alueista. Erityisesti suurissa infrahankkeissa viestinnän merkitys korostuu, jolloin viestinnän suunnitteluun on varattava aikaa ja resursseja. (Vesterinen 2015, s. 2)

Lindholmin ja Junnoson (2012, s.82-83) mukaan epävarmuus aiheuttaa kommunikointitarvetta ja tietojen vaihtoa. Luottamuksen tunteen aikaansaamisen parhaita työkaluja ovat laaja ja avoin tiedonvaihto. Avoin tiedottaminen voi tuoda kilpailuetua myös siinä muodossa, että asiakkaalla ei ole tarvetta jatkuvasti etsiä uutta informaatiota. Tarkoituksena on varmistaa, että asiakas saa oikeaa tietoa oikealla hetkellä. Viestinnän hallinta koostuu neljästä prosessista, jotka ovat:

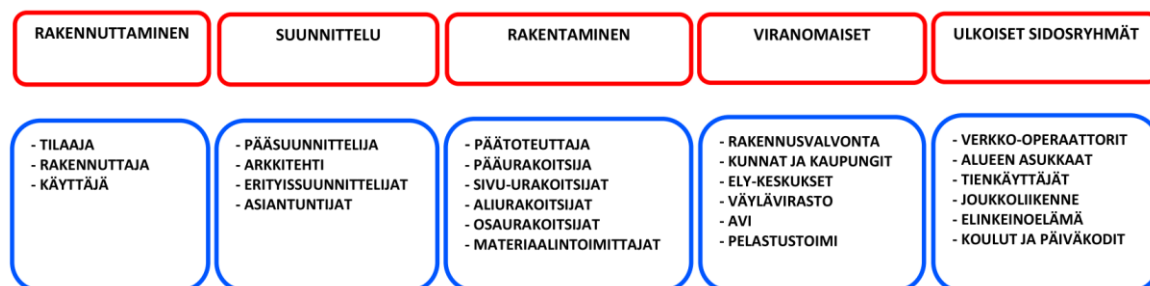
- viestinnän suunnittelu,
- tiedon jakaminen,
- suoritusten raportointi,
- hankkeen vaiheen hallinnollinen päättäminen.

Vesterisen (2015, s. 2) mukaan viestintäsuunnittelun keskeisimmät vaiheet ovat tilaajan vaatimuksien tarkastaminen, sidosryhmien tunnistaminen, viestintämenetelmien tunnistaminen ja niiden tehokas hyödyntäminen sekä viestinnän arvioinnin ja seurannan suunnitteleminen. Suurimpana yksittäisenä viestinnän haasteena on kriisiviestinnän hallitseminen, jonka onnistuminen voi merkittävästi edesauttaa kriiseistä selviämistä.

Viestinnän kannalta hankkeessa on kolme erityyppistä viestintämuotoa: sisäinen viestintä, asiakasviestintä ja sidosryhmäviestintä. Hankeorganisaation sisäisen viestinnän lisäksi eräs viestinnän merkittävä osa-alue on raportointi tilaajalle. Dokumenttipohjaisesti raportointi on toteutettu aikatauluilla, vinjeteillä ja raporteilla. Mallipohjaisesti toteutettuna tieto taas sidotaan projektiin kuuluviin rakennusosiin. Tällaista tietoa ovat esimerkiksi valmiusasteet, valokuvat tai aikataulu, jotka ovat ensisijaisia realistisen kuvan välittämiseksi. Sidosryhmille esitettävistä tietosisällöistä tulee kyseeseen esimerkiksi hankkeen aikataulutus, havainnekuvat ja hanketta yleisesti koskevat tiedotteet. Suunnitelmien sitominen maastoon parantaa havainnollisuutta ja edistää hankkeesta käytävää vuoropuhelua. Samalla voidaan tehokkaasti tiedottaa esimerkiksi tilapäisistä liikennejärjestelyistä. Viestinnän suunnittelua ohjaavat osapuolten erilaiset vaatimukset viestinnän suhteen, käytettävissä ja hallittavissa oleva viestintäteknologia sekä muut rajoitteet ja oletukset. Hankkeen tiedonkulun epäonnistuminen tai yksittäisen tapahtuman negatiivinen vaikutus hankkeen kulkuun on myös hankkeen riskitekijä. Hankkeen monimutkaisuuden ja aikataulupaineiden kasvaessa mahdollisuudet väärinymmärryksille ja tiedon puuttumiselle lisääntyvät. Pahimmillaan puuttuva tai väärä tieto aiheuttaa viivästyksiä tai voi jopa estää koko hankkeen onnistumisen. Kaiken perustana on, että saavutetaan hanketoiminnan perustavoitteet eli varmistetaan hankkeen läpivienti ajallisesti, taloudellisesti ja laadullisesti asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Jos nämä asiat eivät ole kunnossa, sujuvatkaan viestintätaidot eivät saa tilaajaa tyytyväiseksi. On aina parempi hoitaa asioita asiakaspalvelun ja viestinnän keinoin ennakkoon, kuin odottaa niin myöhään, että asia tulee ongelmana eteen. On urakoitsijan ammattitaitoa ottaa asiat riittävän ajoissa esiin ja kehittää niihin ratkaisuja. (Lindholm ja Junnonen 2012, s. 83-85)

2.2 Infrahankkeen osapuolet

Rakennushankkeen osapuolet (Kuva 4) voidaan jakaa karkeasti rakennuttamiseen, suunnitteluun, rakentamiseen sekä rakennushankkeen toteutusta sääteleviin ja tarkasteleviin viranomaisiin (RT 10-11222 2016). Näiden osapuolten lisäksi on tunnistettavissa useita tahoja, joihin hanke vaikuttaa joko suoraan tai välillisesti, eli ulkoiset sidosryhmät.



Kuva 4. Infrahankkeen osapuolet.

Rakennuttaminen

Rakennuttamiseen liittyviä keskeisiä tehtävänimikkeitä ovat rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja ja tilaaja, joilla useimmissa tapauksissa tarkoitetaan samaa tahoa. Rakennuttamisen tehtäviin liittyy muun muassa rakennushankkeen käynnistäminen, lupien hankinta, rakentamisen läpiviennistä huolehtiminen lakien ja asetusten mukaisesti, sekä hankkeen vaatimuksien ja tavoitteiden määrittäminen. Rakennuttaja on termi, joka määritellään ja jota käytetään rakennusalan sopimusasiakirjoissa. Rakennuttajalla tarkoitetaan luonnollista tai juridista henkilöä, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työntuloksen. Rakennuttaja on se rakennushankkeen osapuoli, joka hankkii tarvittavat suunnitelmat ja rahoituksen, solmii lukuunsa rakennushankkeen toteutussopimukset sekä teettää ja vastaanottaa rakennustyöt. (RT 10-11222 2016)

Suunnittelu

Rakennushankkeen suunnittelusta vastaa tyypillisesti suunnittelijaryhmä, jossa on edustettuna eri alojen suunnitteluasiantuntemus. Rakennushankkeessa tulee olla nimetty pääsuunnittelija. Pääsuunnittelija vastaa suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta. Pääsuunnittelijan on rakennushankkeen ajan huolehdittava, että rakennussuunnitelmat ja

erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden siten, että rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset täyttyvät. Rakennushankkeessa erityissuunnittelua ovat esimerkiksi rakenne- ja geotekninen suunnittelu. Erityissuunnittelijoita ovat myös muun muassa valaistussuunnittelija ja maisemasuunnittelija. (RT 10-11222 2016)

Rakentaminen

Urakoitsijat ovat rakennushankkeen osapuolia, jotka rakennuttajan toimeksiannosta vastaavat lopputuotteen konkreettisesta tuottamisesta. Rakennushankkeessa on tyypillisesti useita eri urakoitsijoita, jotka tekevät sopimuksella tietyn työkokonaisuuden eli urakan. Urakoitsijat voidaan valita urakkakilpailulla tai neuvottelumenettelyllä. Rakennusurakan eri osapuolten välinen asema, tehtävät, vastuu ja velvollisuudet sovitaan yksityiskohtaisesti urakkasopimuksissa ja niiden liiteasiakirjoissa. Pää toteuttaja on rakentamista koskevassa lainsäädännössä määritelty termi ja tarkoittaa yhteisen rakennustyömaan pääasiallista määräysvaltaa käyttävää työnantajaa. Rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle pää toteuttaja. Pääurakoitsija on rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, joka kaupallisissa asiakirjoissa on nimetty pääurakoitsijaksi ja jolle sopimuksenmukaisessa laajuudessa kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet. Tyypillisesti pääurakoitsija nimetään sopimusasiakirjoissa myös pää toteuttajaksi. Sivu-urakoitsija on rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva, pääurakkaan kuulumatonta työtä suorittava urakoitsija. Aliurakoitsija on urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija. (RT 10-11222 2016)

Viranomaiset

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten eli ELY-keskusten tehtävänä on alueellinen ympäristön tilan seuranta, ympäristönsuojelu, luonnonsuojelu, alueiden käytön ja rakentamisen ohjaus, kulttuuriympäristön hoito sekä vesivarojen käyttö ja hoito. ELY-keskukset hoitavat ympäristönsuojelu- ja vesilain mukaisia ympäristölupa-asioita. Aluehallintovirasto (AVI) ratkaisee ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisia lupa-asioita. Sääöksissä on määräykset siitä, mitkä toiminnot tarvitsevat luvan sekä milloin asian käsittelee AVI ja milloin kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Kunnassa toimii ympäristönsuojeluviranomainen joko kunnan omana toimielimenä tai kuntalain mukaisena kuntien yhteistoimintana. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tehtävistä on säädetty muun muassa ympäristönsuojelulaissa, jätelaissa, vesihuoltolaissa ja

vesilaissa. Nämä tehtävät ovat pääsääntöisesti lupa- ja valvontaviranomaistehtäviä. Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on esimerkiksi valvoa kaavojen noudattamista, huolehtia rakentamista ja muita toimenpiteitä koskevien lupien käsittelemisestä sekä osaltaan valvoa rakennetun ympäristön ja rakennusten kunnossapitoa ja hoitoa. Kunnan rakennusvalvontaviranomainen ratkaisee rakennusluvan, toimenpideluvan, purkamisluvan ja maisemätyöluvan. (Olin 2015, s. 115-117)

Ulkoiset sidosryhmät

Ulkoisilla sidosryhmillä tarkoitetaan henkilöitä ja ryhmiä, jotka ovat hankkeen vaikutuspiirissä suoraan tai välillisesti, mutta eivät työsuhteessa. Tyypillisesti infrahankkeet koskevat merkittävästi lähialueen asukkaita ja toimijoita, minkä vuoksi huolellinen ryhmittely ja tunnistaminen on tärkeää. Lisäksi erityisesti merkittävää melua ja tärinää aiheuttavat työvaiheet, kuten paalutus-, räjäytys- ja pontitustyöt, voivat haitata lähialuetta, jonka vuoksi häiritseville tölle voidaan asettaa rajoitteita. Esimerkiksi taajamaympäristössä päiväkotien lähettyvillä meluavien töiden tekeminen on usein kielletty päiväuniaikaan. Yleisesti infrahankkeissa tunnistettavia ulkoisia sidosryhmiä ovat lähialueen asukkaat, media, koulut ja päiväkodit, julkinen liikenne, elinkeinoelämän toimijat, verkko-operaattorit ja tienkäyttäjät. (Vesterinen 2015, s. 21)

2.3 Urakkamuodot

Kortenen ja Olinin (2017, s. 57) mukaan urakkamuodolla tarkoitetaan rakennushankkeen pääosapuolten ja sopimuksen järjestämistapaa. Urakkamuotoja voidaan luokitella suoritusvelvollisuuden, maksuperusteen tai urakoitsijoiden välisten suhteiden perusteella.

Suoritusvelvollisuuden mukaan jaotellut urakat

Suoritusvelvollisuuden mukaan jaoteltuja urakoita ovat perinteinen kokonaisurakka, jaettu urakka, kokonaisvastuu-urakka / ST-urakka ja projektinjohtourakka.

Perinteinen *kokonaisurakka* on tavanomainen urakkamuoto, jossa tilaaja tekee urakkasopimuksen yhden urakoitsijan kanssa. Urakoitsijan tehtävänä on vastata rakennustöistä kokonaisuudessaan sopimuksen mukaisesti. Tilaaja vastaa

suunnitteluasiakirjoista ja urakoitsija puolestaan hoitaa tarvittavat aliurakointisopimukset tietyistä erityistöistä, kuten sähkö- ja LVI-asennuksista.

Jaetussa urakassa pääurakoitsija ja eri sivu-urakoitsijat eivät ole sopimussuhteissa keskenään. Tilaaja on sopimussuhteessa jokaiseen urakoitsijaan erikseen ja vastaa urakoiden yhteensovittamisesta.

Kokonaisvastuu-urakkaa (KVR-urakka) kutsutaan myös avaimet käteen-toteutukseksi, sillä urakoitsija suunnittelee ja toteuttaa kohteen tilaajan antamien lähtötietojen pohjalta. KVR-urakkaa tarkoitetaan myös silloin, kun puhutaan ST-, eli suunnittele ja toteuta-urakasta.

Projektinjohtourakka on urakkamuoto, jossa urakoitsija huolehtii sekä perinteisistä rakennustöistä, että rakennuttaja- ja työmaatehtävistä. Aliurakkasopimukset on tapana tehdä pääurakoitsijan nimiin. (Kortene ja Olin 2017, s. 58)

Maksuperusteen mukaan jaotellut urakat

Maksuperusteen mukaan jaoteltuja urakoita ovat kokonaishintaurakka, yksikköhintaurakka, laskutyöurakka ja tavoitehintaurakka.

Kokonaishintaurakassa urakoitsija kantaa riskin rakennuskustannusten muutoksista. Sovitulle työntulokselle määritellään sopimuksessa kiinteä hinta, jonka tilaaja suorittaa urakoitsijalle. Mikäli rakennuskustannukset osoittautuvat sovittua pienemmiksi, kokonaishinnan ja reaalisten kustannusten erotus jää voittona urakoitsijalle. Vastaavasti jos kustannukset kohoavat sopimuksessa sovitusta, urakoitsija kantaa ylimenevät kustannukset.

Yksikköhintaurakassa tilaaja pilkkoo työn osiin, joiden yksikköhinnan urakoitsija voi määritellä. Urakoitsijan korvauksen määräytymisperusteena on toteutunut yksikkömäärä. Yksikköhinta on tavallinen tilanteessa, jossa tarkka työmäärä ei ole tiedossa urakkasopimuksesta neuvoteltaessa. Tilaaja kantaa riskin toteutuneista yksikkömääristä ja urakoitsija siitä, että yksikköhintojen mitoitus on tehty oikein.

Laskutyöurakka tarkoittaa, että tilaaja sitoutuu maksamaan urakoitsijalle työn toteuttamisen kannalta tarpeelliset toteutuneet kustannukset lisättynä sopivaksi katsotulla palkkiolla. Kustannusriski on tilaajalla.

Tavoitehintaurakassa rakennuttaja sitoutuu korvaamaan urakoitsijalle syntyneet kustannukset laskutyö- ja yksikköhintojen perusteella. Korvaaminen tapahtuu kuitenkin siten, että tavoitehinnan alittuessa tai ylittyessä urakkahintaa muutetaan hinnoittelumallin mukaisesti. Yleensä tavoitehinnan alittuessa urakoitsija saa palkkiona osan tavoitehinnan alituksesta ja vastaavasti tavoitehinnan ylittyessä urakoitsija joutuu ottamaan kantaakseen sovitun osan kustannusylityksestä. (Kortene ja Olin 2017, s. 58-59)

Alistamissuhteen mukaan jaotellut urakat

Alistamissuhteen mukaan jaoteltuja urakoita ovat pääurakka, aliurakka, sivu-urakka ja alistettu sivu-urakka.

Pääurakalla tarkoitetaan rakennushankkeessa yleensä varsinaiset rakennustekniset työt kattavaa urakkaa. Se sisältää yleensä perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheiden rakennustekniset työt. Pääurakoitsija voi edelleen toteuttaa osan pääurakasta omina alaurakoinaan.

Aliurakalla tarkoitetaan pääurakoitsijan pääurakasta erottamaa itsenäistä kokonaisuutta, jonka suorittaa pääurakoitsijan valitsema aliurakoitsija. Tilaajana toimii siis pääurakoitsija.

Sivu-urakalla tarkoitetaan rakennuttajan tilaamaa pääurakkaan kuulumatonta urakkaa.

Alistetulla sivu-urakalla tarkoitetaan alistussopimuksella pääurakoitsijalle alistettua sivu-urakkaa. Alistamisen myötä pääurakoitsijalle siirtyy vastuu töiden yhteensovittamisesta. Rakennuttaja vastaa maksusuorituksista sivu-urakoitsijalle ja pääurakoitsija hyväksyy maksuerät. (Kortene ja Olin 2017, s. 59)

Integroidut toteutusmuodot

Rakentamisprojekti on monimuotoinen kokonaisuus, jonka lukuisat eri vaiheet ja monien eri osapuolten yhtäaikainen osallistuminen tekee haastavaksi. Rakentamisen perinteiseen tapaan ja sopimustekniikkaan on koettu sisältyneen ongelmia ja opportunistia. Perinteisissä toimitusmalleissa projektien ratkaisujen lukitseminen jo aikaisessa vaiheessa ja osapuolten erillisyys on vienyt mahdollisuuden toimitusprojektien jatkuvalta kehittämiseltä. Asiakkaiden tarpeiden ja tavoitteiden määrittäminen on jopa ollut toissijainen piirre, sillä urakoitsijalle on ollut edullisinta toimittaa ennalta sovittu, suunnitelmien mukainen tuote. (Kähkönen ja Keinänen 2018, s. 8)

Nykyään rakentamisprojektin onnistumisen kannalta yhteistyö ja koko hankkeen parhaaksi tehtävät päätökset ovat ehdoton edellytys. Yhteistoiminnallisten toimitusmuotojen ytimessä onkin kannustaa osapuolia ottamaan toistensa näkemykset huomioon projektin päämäärien kannalta. Yhteistoiminnalliset toimitusmuodot eroavat perinteisistä toteutusmuodoista niin sopimuksellisesti, kulttuurillisesti kuin toimintatavoiltaan. Perinteisissä toteutusmuodoissa kukin osapuoli on tottunut työskentelemään enemmän tai vähemmän erillään muista osapuolista. Näiden toimitusmuotojen sopimukset perustuvatkin kahdenkeskisiin suhteisiin, joissa on määritetty työn laajuus sekä sopimusosapuolille kuuluvat riskit ja vastuut. Tällainen transaktionaalinen sopimusrakenne ei tue osapuolten välistä yhteistyötä, vaan jokaisella osapuolella on oma intressinsä suorittaa työ vain niin kuin sopimuksessa on sovittu. Yhteistoimintamalleissa käytetään relationaalisia sopimusmalleja, joissa osapuolia kannustetaan ottamaan toistensa näkemykset huomioon tehtäessä päätöksiä projektin parhaaksi. Yhteistoimintamalli perustuu ”win-win”-periaatteeseen, jossa jokainen osapuoli joko voittaa tai häviää. Relationaalinen sopimusrakenne keskittyykin sellaisiin ratkaisuihin, jotka pyrkivät tuomaan menestystä kaikille osapuolille. (Morwood et al. 2008, Kähkönen ja Keinänen 2018, s. 8 mukaan)

Salmisen (2020, s. 106) mukaan yhteisvastuumuodoissa tavoitellaan toimintamallia, missä organisaatioiden rajat on häivytetty ja projekti toteutetaan yhteisessä projektiorganisaatiossa. Tätä kutsutaan myös hankkeen ”integroinniksi” – tämä käsite on perua toteutustavan englanninkielisestä nimestä IPD eli *Integrated Project Delivery* ja se on suomennettuna IPT eli *integroitu projektitoimitus*, joka onkin pitkälti

synonyymi yhteisvastuumuodolle, mutta vielä vakiintumaton käsite. Yhteisvastuumuoto on viety pisimmälle allianssimallissa, jossa kaikkien keskeisten projektiosapuolten kesken tehdään vain yksi yhteinen allianssisopimus – tai käytännössä erilliset kehitys- ja toteutusvaiheen sopimukset ja ne yhteen niputtava puitesopimus. Yhteistoimintaurakoiksi kutsuttavissa malleissa perusrakkasopimus tehdään YSE-pohjaisella sopimuksella, yleensä projektinjohtourakkasopimuksella, ja sen lisäksi tehdään joko tilaajan ja päätoteuttajan tai useamman osapuolen kesken yhteistoimintasopimus, jossa kuvataan yhteistoiminnan pelisäännöt ja suunnitteluvaiheen toteutus. Kaikissa yhteisvastuumalleissa suunnittelu- ja toteutustiimit valitaan lähtökohtaisesti jo hankkeen alkuvaiheessa. Sopimuksiin viedään lisäksi kaikille yhteiset tavoitteet ja kannustimet. Näin tehdään ”kotiinpäin veto” ja osaoptimointi kannattamattomaksi kaikille.

RAIN-hanke

Haapasalon et al. (2018, s. 6-7) mukaan RAIN-hanke vastaa omalta osaltaan alaa kohtaaviin haasteisiin. Toimintakulttuurin muutoksen taustalla ovat rakennusalaan vaikuttavat yleiset kehitysajurit. Itse tuotteet - rakennetut objektit – rakennukset ja infrastruktuuri – teknistyvät ja monimutkaistuvat teknologian kehityksen myötä, jolloin niiden onnistunut suunnittelu ja toteutus vaativat monialaisuutta ja erilaisten järjestelmien yhteensovittamista. Samalla käyttäjien vaatimustaso kasvaa, kun aletaan tiedostaa fyysisen toimintaympäristön vaikutus kiinteistössä tai liikkumisessa tapahtuvaan toimintaan ja käyttäjien hyvinvointiin. Myös elinkaari- ja elinkaariominaisuuksien optimointi vaatii kokonaisuuden hahmottamista ja erilaisten osaamisalueiden yhdistämistä. Tietotekniikan kehitys ja työntyminen sekä rakennusprosessiin, että itse rakennuksiin ja infrastruktuuriin on saanut vauhtia tietomallipohjaisista työkaluista sekä yleisestä liiketoimintojen digitalisoitumisesta. RAIN-hankkeessa ongelmiin on haettu vastausta integroinnista. Sillä tarkoitetaan nykyisestä fragmentoituneesta toimintamallista luopumista ja siirtymistä kokonaisoptimoituun, integroituun toteutukseen. Se koskee sekä hankeprosesseja ja niihin liittyviä liiketoimintamalleja, että toimintaa projektin jokaisella organisaatiotasolla ja vaiheessa. Keskeistä on kiinteistön tai infrastruktuurin loppuasiakkaan, käyttäjän, nostaminen keskiöön ja prosessin virittäminen siten, että se tuottaisi tälle maksimaalisen arvon koko käyttöiän aikana. RAIN-hankkeen tutkimus- ja

kehitystoiminta jakaantuu viiteen työpakettiin, jotka kuvaavat kehittämisen aihealueita integroituun rakennustuotantoon siirryttäessä.

1. **Projektisysteemin suunnittelussa** luodaan edellytykset ja puitteet integroidulle toimintatavalle ja yhteisten tavoitteiden mukaiselle toteutukselle.
2. **Yhteistyömekanismeilla** tuetaan projektitiimin ja muiden osapuolten toimimista yhteistyössä projektin parhaaksi.
3. **Virtauttaminen** on nykyistä rakennushankkeen ohjaustapaa uudistava lean-periaate, jolla voidaan saavuttaa mullistavia tuloksia tehokkuuden ja tuottavuuden parantamisessa niin suunnittelu- kuin toteutusvaiheessa.
4. **Tiedonhallinnan** työpaketissa luodaan tiedonhallinnan prosessi, joka auttaa suunnittelemaan projektin tiedonhallintaa tiedon hyödyntäjän näkökulmasta käsin eikä, kuten nykyään, tiedon luojaan näkökulmasta.
5. **Integraatiokyvykkyys** työpaketti keskittyy muutoksen aikaansaamiseen, jota tutkitaan luomalla menettelyjä integraatiokyvykkyyden ja uuden toimintakulttuurin parantamiseen sekä levittämiseen niin yrityksissä kuin koko alallakin.

Yhteistoiminnallisuus ja aikainen osallistaminen

Tällä hetkellä vallitseva käytäntö rakentamisen toimialalla on ”over the wall”-periaate. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnitelmat luovutetaan ketjussa aina prosessin seuraavalle suunnittelijalle tai ”asiakkaalle”, kunnes ne ovat valmiit. Koska kukaan ei pyri yhteistyöhön toistensa kanssa, tämä käytäntö johtaa osaoptimointiin missä osapuolet keskittyvät vain oman osuutensa tehokkaaseen suorittamiseen. (Matthews ja Howell 2005, Aapaoja et al. 2013, s. 2) Aikaisen osallistamisen ja yhteistoiminnallisuuden päätarkoitus on muodostaa hankkeelle päämäärä, joka on mahdollisimman johdonmukainen ja realistinen ja johon kaikki osapuolet ovat sitoutuneet. Periaatteessa uudet menetelmät voidaan tiivistää viiteen pääkohtaan: 1) yhteistyö, eli todellinen yhteistyö suunnittelu-, valmistelu- ja toimeenpanovaiheessa; 2) yhteistyön lisääminen kaikkien hankkeen osapuolten kesken; 3) hankkeet ovat velvoitteiden verkostoja; 4) koko hankkeen optimoiminen sen osien sijaan; 5) yhdistä toiminta tiiviisti oppimiseen. (Lichtig 2006, Aapaoja 2014, s. 18)

Parhaat vaikutusmahdollisuudet hankkeen onnistumisen kannalta ovat hankkeen aikaisessa vaiheessa, koska ajoissa tehdyt päätökset vähentävät tarpeettomia muutoksia

myöhemmissä kehitysvaiheissa ja jopa kokonaiselinkaarikustannuksia (Möttönen et al. 2009, Lehto et al. 2011, Aapaoja et al. 2013, s. 2). Useiden tutkimusten (Dowlatsahi 1998, Valkenburg et al. 2008, Aapaoja et al. 2013, s. 2) mukaan osapuolten aikainen osallistaminen tuottaa ainakin seuraavia etuja:

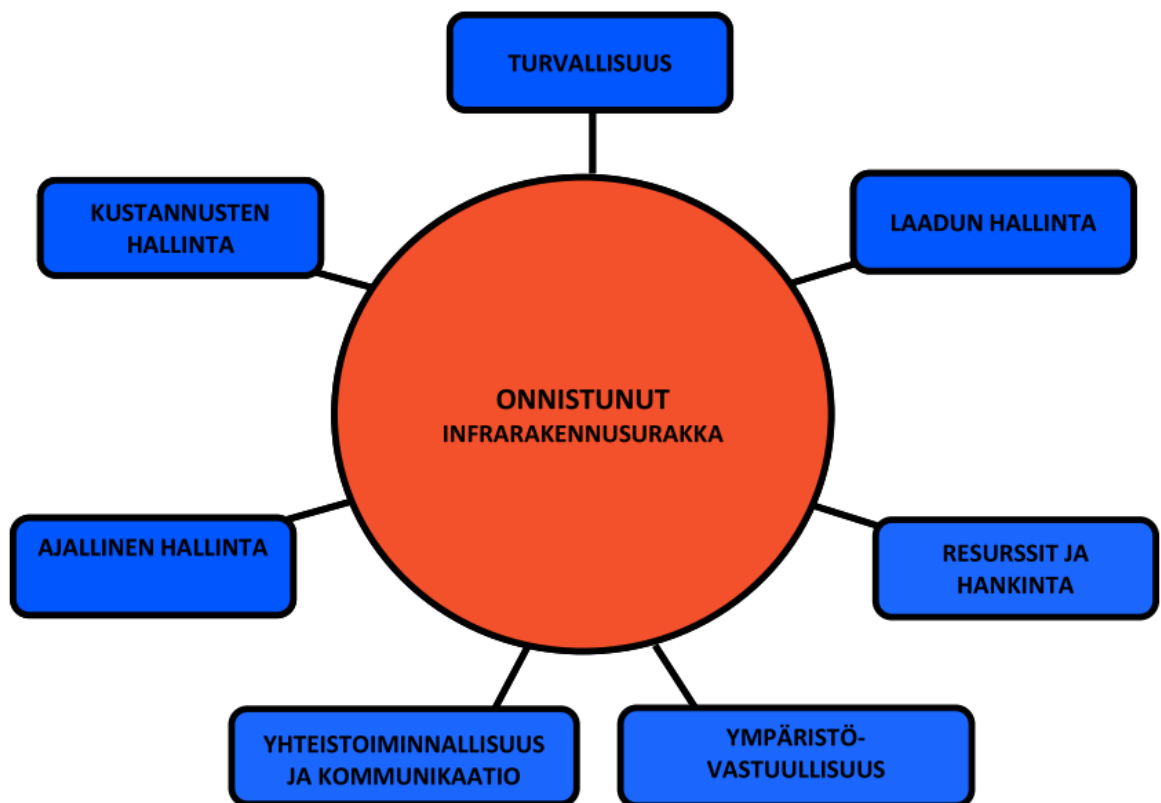
1. Aikainen osallistaminen vähentää huonojen suunnitteluratkaisujen todennäköisyyttä.
2. Aikainen osallistaminen suunnitteluvaiheessa johtaa todennäköisesti tehokkaampiin ratkaisuihin, parempiin tuotantomenetelmiin ja pienempään hävikkiin.
3. Aikainen tietämys loppukäyttäjistä johtaa parempaan asiakastyytyväisyyteen tuotteen toimivuuden ja käytettävyyden suhteen.
4. Mitä enemmän hankkeen osapuolet tietävät asiakkaan tai loppukäyttäjän todellisista tuotteiden käyttötavoista, sitä tehokkaampaa heidän toimintansa on suhteessa ostajan tarpeisiin.
5. Mitä enemmän osapuolet tietävät suunnitteluratkaisujen tarkoista tavoitteista, sitä paremmin he pystyvät vastaamaan noihin vaatimuksiin muokkaamalla toimintaansa.
6. Aikainen osallistaminen antaa mahdollisuuden luoville ratkaisuille ja tehokkaalle ajatusten vaihdolle.
7. Aikainen osallistaminen johtaa toimintatapoihin, jotka ovat synkronoituja ja toimivat vaihteittain.

2.4 Kirjallisuussynteesi

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää perusedellytyksiä infrarakennusurakan onnistuneelle läpiviennille. Rakennusala on toimialana todella vanha ja siksi siihen liittyvää projektinhallintaa on tutkittu laajasti jo kymmeniä vuosia. Perinteisten urakkamuotojen tuotannonsuunnittelun tueksi on siis tarjolla runsaasti alan kirjallisuutta. Kirjallisuus käsittelee enimmäkseen talonrakentamista, mutta samoja periaatteita voidaan yleensä soveltaa myös infrarakentamisessa. Kirjallisuuden perusteella on todettavissa, että rakennusurakan kokonaisvaltainen hallinta on haasteellinen tehtävä. Erilaisia osa-alueita ja asiakokonaisuuksia, jotka pääurakoitsijan täytyy hallita, on huomattavan paljon. Mikäli vain osa näistä osa-alueista on hallinnassa, urakan läpivientiä ei voida pitää täysin onnistuneena. Rakennusala, niin infra-, kuin talonrakentaminenkin on ollut todella hitaasti uusiutuva ja jäykästi kehittyvä toimiala. Toimialalla luotetaan yleensä perinteiseen tapaan toimia ja uusia menetelmiä ja käytäntöjä usein vierastetaan. Osittain tämän vuoksi alan tuottavuuskehitys on ollut todella heikkoa viimeiset kolmekymmentä vuotta samaan aikaan, kun esimerkiksi useat teollisuudenalat ovat kyenneet nostamaan tuottavuuttaan usein huomattavastikin. Viimeksi kuluneen kymmenen vuoden aikana alan kehitysnäkymät ovat kuitenkin parantuneet, kun digitalisaatio, mallipohjainen rakentaminen ja uudet, integroidut toteutusmuodot ovat tehneet läpimurron niin infra-, kuin talonrakentamisessakin.

Integroituja urakkamuotoja on tutkittu hieman vähemmän kuin perinteisiä, mutta niistäkin on löydettävissä tietyt perusperiaatteet ja kulmakivet. Integroitujen toteutusmuotojen perusperiaatteet ovat lähtökohtaisesti täysin erilaiset kuin perinteisen kokonaisurakan. Niistä on kuitenkin mahdollista tuoda soveltamalla monia hyviä käytäntöjä myös perinteisillä urakkamuodoilla toteutettuihin hankkeisiin. Tällaisia asioita ovat ainakin urakan osapuolten mahdollisimman aikainen osallistaminen ja integrointi hankkeeseen. Pääurakoitsijan näkökulmasta tällaisia osapuolia ovat ainakin alihankkijat ja materiaalitoimittajat sekä usein myös tietyt ulkoiset sidosryhmät. Osapuolten aikaisella osallistamisella voidaan muun muassa vähentää epätietoisuutta ja siitä seuraavia riskejä sekä negatiivisia vaikutuksia urakoitsijalle.

Infrarakennusurakan hallinnan osa-alueet voidaan nimetä erilaisilla yläkäsitteillä. Tässä kirjallisuuskatsauksessa näitä yläkäsitteitä löydettiin seitsemän kappaletta. Kuvassa 5 esitetään kirjallisuuskatsauksen perusteella löydetty onnistuneen infrarakennusurakan osa-alueet pääurakoitsijan näkökulmasta katsottuna. Nämä seitsemän kulmakiveä ovat: turvallisuus, kustannusten hallinta, laadun hallinta, ajallinen hallinta, resurssit ja hankinta, yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio sekä ympäristövastuullisuus. Näiden kulmakivien lisäksi tärkeä huomioitava asia, eli jokaiseen osa-alueeseen sisältyvä kriittinen tekijä, on riskien hallinta. Jokaisella osa-alueella on ominaiset riskitekijänsä ja erilaiset seurauksensa, mikäli riskit toteutuvat. Yleisimpiä riskejä tarkastellaan tutkimuksen empiriaosuudessa kunkin osa-alueen kohdalla erikseen.



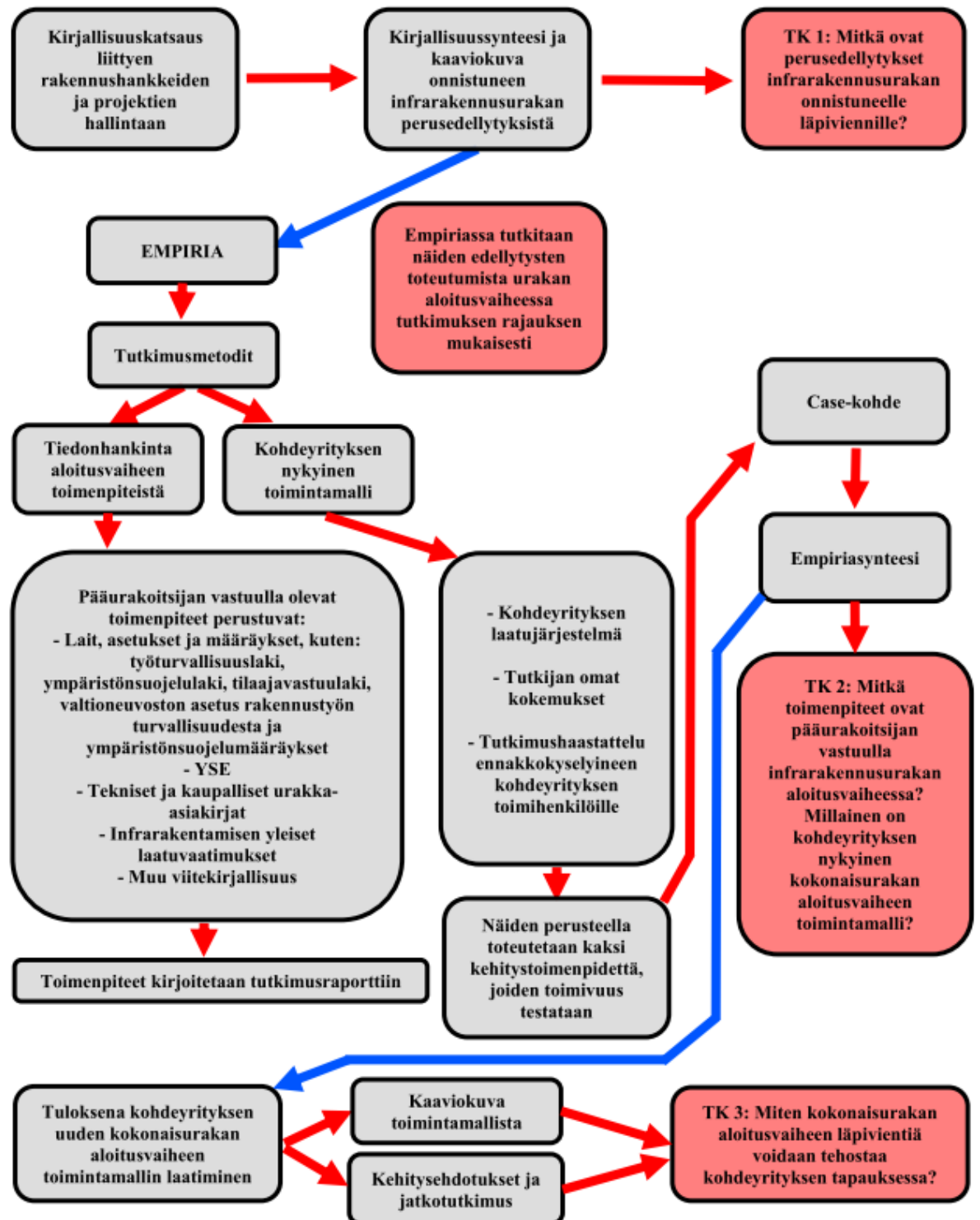
Kuva 5. Onnistuneen infrarakennusurakan perusedellytykset kirjallisuuskatsauksen perusteella.

Kirjallisuuskatsaus luo teoreettisen viitekehyksen tutkimuksen empiriaosuuden suorittamiselle. Empiriaosuudessa tutkitaan näiden perusedellytysten toteuttamista kokonaisurakan aloitusvaiheessa tutkimuksen rajauksen mukaisesti. Tutkimus tehdään sekä yleisellä tasolla, eli aloitusvaiheen toimenpiteiden esittelyllä, että kohdeyrityksen nykyisiä toimintatapoja tarkastelemalla, mikäli niitä on todettavissa.

3 EMPIRIA

3.1 Tutkimusmetodit

Tutkimuksen kohdeyritys toteuttaa pääurakoitsijana infrarakennusurakoita, jotka ovat arvoltaan tyypillisesti 0,5 – 5 miljoonaa euroa. Tutkimuksen kohteeksi on rajattu urakan aloitusvaihe, koska se on erittäin kriittinen vaihe koko urakan onnistumisen kannalta. Tutkimus päätettiin toteuttaa käyttämällä useampaa eri tutkimusmetodia, jotta tutkimustulokset olisivat mahdollisimman relevantteja ja kattavia. Kuvassa 6 esitetään tutkimuksen menetelmäkuvaus. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitetään tärkeimmät toimenpiteet, jotka infrarakennusurakan aloitusvaiheessa kuuluvat pääurakoitsijan tehtäväksi. Aloitusvaiheen toimenpiteet selvitetään pohjautuen aiheeseen liittyviin lakeihin ja asetuksiin, rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin (YSE), infrarakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin (InfraRYL), kohdeyrityksen toteuttamien urakoiden urakka-asiakirjoihin, kohdeyrityksen laatujärjestelmään sekä tutkijan omiin kokemuksiin. Kohdeyrityksen nykyiset toimintamallit on esitelty olemassa olevilta osin. Tutkimuksen toisessa vaiheessa järjestetään haastattelututkimus kohdeyrityksen kokonaisurakointiin osallistuville toimihenkilöille. Nämä toimihenkilöt ovat ammattinimikkeiltään erilaisia päälliköitä. Ennen haastattelujen toteuttamista kaikille osallistujille jaetaan ennakkokysymyssarja, johon heidän tulee vastata. Tutkimuksen ja haastattelujen pohjalta laaditaan kehitystoimenpiteitä. Valittuja kehitystoimenpiteitä testataan koekohteessa. Koekohteesta saatujen kokemusten perusteella kehitystoimenpide voidaan ottaa osaksi uutta toimintamallia tai palata entiseen. Vastaavasti koekohteen kokemusten perusteella voidaan ideoida lisää muutoksia ja kehitystoimenpiteitä kohdeyrityksen toimintamalliin.



Kuva 6. Tutkimuksen menetelmäkuvaus.

3.2 Urakan aloitusvaiheen premissit

3.2.1 Yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio

Kommunikointi viranomaisiin ja ulkoisiin osapuoliin päin on erityisen tärkeää urakan aloitusvaiheessa. Myös yhteistoiminta tilaajan kanssa, kuten yhtiön sisäisenkin kommunikaation tärkeys korostuu urakan aloitusvaiheessa. Tässä kappaleessa on esitelty yleisimmät infrarakennusurakan aloitusvaiheessa tarvittavat ilmoitukset ja luvanhaut. Infrarakennusurakan ollessa talonrakennukseen liittyvä pohjarakennusurakka, voi urakoitsijan tehtäväksi näiden lisäksi tulla myös rakennusluvan vaatimat vastaavien työnjohtajien hakemukset. Kommunikointia toteutetaan osaltaan myös urakan aloitusvaiheessa pidettävissä katselmuksissa ja kokouksissa. Omina kokonaisuuksinaan esitellään myös ulkoisten sidosryhmien tiedottaminen sekä päätoteuttajalle kuuluva johto- ja laitesiirtotarpeiden koordinointi.

Rakennustyön ennakkoilmoitus

Rakennustyön ennakkoilmoitus on tehtävä työmaasta, joka on tarkoitettu kestäämään kauemmin kuin kuukauden ja jolla itsenäiset työnsuorittajat mukaan lukien työskentelee yhteensä vähintään 10 työntekijää sekä työmaasta, jolla työn määräksi arvioidaan yli 500 henkilötöypäivää (finlex.fi VNa205/2009 4 §). Mikäli nämä edellytykset täyttyvät, päätoteuttajan täytyy laatia rakennustyön ennakkoilmoitus työsuojelusta vastaavalle viranomaiselle ennen rakennustyön aloittamista. Ohjeet ilmoituksen tekemiseen löytyvät työsuojeluhallinnon verkkopalvelusta.

Ilmoitus liikennettä häiritsevistä töistä

Pääurakoitsija on velvollinen tekemään ilmoituksen tienpitäjälle tie- tai katualueella tehtävästä liikennettä häiritsevistä rakennustyöistä. Ilmoitus täytyy tehdä ennen työn aloitusta. Ilmoituksen tekemistä varten on ensin selvítettävä, onko kyseinen tie kunnan vai valtion hallinnoima. Mikäli kyseessä on esimerkiksi tienparannusurakka ja tilaajan ollessa ELY-keskus tai Väylä, kyseessä on useimmiten valtion hallinnoima tie. Ilmoitus valtion hallinnoimilla teillä tehtävistä töistä tehdään johonkin neljästä alueellisesta tieliikennekeskuksesta.

Kuntien ja kaupunkien hallinnoimilla kaduilla ja teillä ilmoitus liikennettä häiritsevistä rakennustyöistä tehdään kyseisen kunnan tienpidosta vastaavalle taholle. Tämä taho on

tapauskohtainen, suurimmilla kaupungeilla on omat liikennekeskuksensa, jotka hallinnoivat kaupunkiseudun liikenneinformaatiota. Pienemmillä paikkakunnilla liikenneinformaatiosta vastaava taho löytyy todennäköisimmin kunnan tekniseltä osastolta. Esimerkiksi Oulun kaupungin hallinnoimalla katu- ja kevyen liikenteen verkolla tehtävistä liikennettä häiritsevistä töistä ilmoitetaan Oulun seudun liikenteenhallintakeskukseen.

Melua, pölyä ja tärinää aiheuttavat työt

Infrarakennustyöt ja niihin liittyvät purkutyöt aiheuttavat usein väliaikaista melua, pölyä ja tärinää. Tällaiset työt saattavat vaatia ilmoituksen ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ilmoitusvelvollisuus perustuu ympäristönsuojelulakiin. Ohjeet sähköisesti tehtävästä ilmoituksesta löytyvät kunnallisen ympäristöviranomaisen verkkopalvelusta. Oulun seudulla kunnallisena ympäristöviranomaisena toimii Oulun seudun ympäristötoimielikelaitos.

Yleisten alueiden luvat

Infrarakennusurakoissa joudutaan toisinaan toimimaan kunnan tai kaupungin yleisillä katu- tai viheralueilla. Yleisillä alueilla toimittaessa on huolehdittava, että kyseiseen toimintaan tarvittavat luvat on hankittu kunnalta. Tarvittavat luvat yleisten alueiden käytölle urakka-alueella on yleensä hankittu tilaajan puolesta, mikäli kokonaisurakan tilaajana on kunta tai kunnallinen liikelaitos. Urakka-alueen sisällä pystytään tällöin toimimaan ilman erillisiä kunnalta anottavia lupia. Urakoitsijan hankittavaksi kuuluvat luvat täytyy varmistaa tilaajalta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, sillä yleisten alueiden luvilla saattaa olla useamman viikon käsittelyaika. Yleisimpiä infrarakennusurakoissa haettavaksi tulevia yleisten alueiden lupia ovat kaivulupa ja yleisen alueen käyttö lupa. Kaivulupa tarvitaan yleisellä alueella kaivamista varten. Uusien rakenteiden, kuten putkien tai kaapeleiden sijoittamiselle yleiselle alueelle tarvitaan lisäksi sijoitus lupa, mutta se on lähes poikkeuksetta tilaajan hankinnassa. Yleisen alueen käyttö lupa voidaan tarvita esimerkiksi silloin, kun halutaan perustaa työmaatukikohta tai työmaan varastoalue urakka-alueen ulkopuolelle. Yleisten alueiden luvat Oulun kaupungissa myöntää Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut.

Kiinteistöjen vauriokatselmukset

Infrarakennusurakoissa on yhä yleisempää, että tilaaja edellyttää pääurakoitsijaa tekemään vauriokatselmukset työalueen lähikiinteistöissä ennen töiden aloitusta. Kiinteistökatselmukset tehdään, koska infrarakennustyöt aiheuttavat maaperään aina jonkin verran tärinää, joka voi mahdollisesti vaurioittaa läheisiä kiinteitä rakenteita. Katselmusten asianmukainen suorittaminen on sekä rakennushankkeen sisäisten sidosryhmien, että kiinteistönomistajien etu. Kiinteistökatselmusten tarkoituksena on selvittää kiinteistössä jo ennen rakennustyön aloittamista olleet ulospäin havaittavat halkeamat ja muut vauriot. Katselmuspöytäkirjat toimivat siis todisteena kiinteistöille tapahtuneista todellisista muutoksista rakennustyön aikana. Pöytäkirjojen perusteella voidaan välttää riidat mahdollisista vaurioista, koska kiinteistön kuntoa ennen työn aloittamista voidaan verrata tilanteeseen työn päättyttyä. Loppukatselmus eli kiinteistöjen uusintakuvaus työn päättyttyä voidaan tehdä joko kaikille tutkituille kiinteistöille tai vain erikseen sovituille.

Työmaan aloituskatselmus

Urakan aloituskatselmuksen pitäminen urakka-alueella, eli maastossa ennen töiden aloittamista on sekä urakoitsijan että tilaajan etu. Aloituskatselmuksessa urakka-alue luovutetaan urakoitsijan käyttöön rakennustyön toteutusta varten. Aloituskatselmuksen ajankohta voidaan sopia esimerkiksi urakan aloituskokouksessa tai sopimuskatselmuksessa. Katselmukseen tulisi osallistua ainakin pääurakoitsijan työmaapäällikkö ja toimialajohtaja, tilaajan edustaja sekä mahdollinen rakennuttajakonsultti.

Urakan aloituskokous

Urakan aloituskokous voidaan pitää joko sopimuskatselmuksen yhteydessä tai kokonaan erillisenä kokouksena. Urakan aloituskokoukseen tulisi osallistua ainakin tilaajan edustajat, rakennuttajakonsultti, urakoitsijan toimialajohtaja ja työmaapäällikkö, pääsuunnittelijan edustaja sekä tarvittaessa käyttäjän edustaja ja siirrettävien johtojen ja laitteiden omistajat. Aloituskokouksessa selvitetään rakennustyön aloittamisedellytykset turvallisuussuunnittelun, laadunvalvonnan, rakennussuunnitelmien, aikataulutuksen, vakuuksien ja vakuutuksien osalta. Aloituskokouksessa myös sovitaan työmaan käytännöt esimerkiksi tiedottamiseen, suoritettaviin tarkastuksiin, laaturaportointiin,

laskutukseen, lisä- ja muutostyökäytäntöön, alihankintasopimuksiin, työmaapäiväkirjoihin ja työmaakokouksiin liittyen.

Yhtiön sisäinen aloituskokous

Aloituskokous pidetään urakan varmistuttua ja siihen osallistuvat tyypillisesti toimialajohtaja, työmaapäällikkö ja laskentapäällikkö (OMV Oy 2020a, s. 9). Tilaisuudessa esitellään urakkalaskentavaiheessa kerättyä tietoa ja ideoita työmaan vastuuhenkilöille. Sisäinen aloituskokous dokumentoidaan ja siinä käsiteltävät asiat ovat kohdeyrityksen työmaan laatusuunnitelman mukaan:

- hankkeen suunnitelmat työselostuksineen,
- aikataulu ja sen sidonnaisuudet muihin osapuoliin,
- materiaalihankinnat,
- aliurakoitsijat,
- vastuut ja tehtävät,
- työjärjestys,
- hankkeen kriittiset kohdat ja niiden toteutus,
- työmaan laatusuunnitelma ja laadunvarmistus,
- resurssit ja kalusto,
- hankkeen laskenta, tavoitteet ja riskit,
- työturvallisuusasiat ja ympäristönsuojelu,
- liikennejärjestelyt.

Ulkoisten sidosryhmien tiedottaminen

Infrarakennusurakoilla on usein suuriakin väliaikaisia vaikutuksia ulkoisten sidosryhmien elämään. Rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat yleensä negatiivisia. Tämän vuoksi infrarakennusurakan aloitusvaiheessa on suunniteltava riittävän tehokas tiedottaminen urakan toteutusvaiheen vaikutuksista. Tiedottaminen vähentää ulkoisten sidosryhmien turhautumista ja kielteistä suhtautumista hankkeeseen sekä parantaa osaltaan tilaajan ja pääurakoitsijan mainetta. Tärkeimpiä ulkoisia sidosryhmiä ovat työmaan lähialueen asukkaat, maanomistajat, tienkäyttäjät, oppilaitokset ja päiväkodit, joukkoliikenne, erilaiset elinkeinoelämän toimijat sekä viranomaiset. Hyviä keinoja ulkoisten sidosryhmien tiedottamiseen ovat ainakin hankesivusto internetissä, sosiaalinen media, postilaatikkoon jaettavat tiedotteet, sähköposti, sanomalehdet,

tiedotustilaisuudet sekä työmaan tiedotustaulut. Urakan aloitusvaiheen toimenpiteisiin kuuluu lähes poikkeuksetta työmaan tiedotustaulujen valmistaminen ja pystyttäminen. Mikäli työmaalla arvioidaan olevan suuria vaikutuksia lähialueen asukkaille, on hyvä jakaa lisäksi tiedote työmaasta alueen kiinteistöille ennen töiden aloittamista. Tiedotteessa kerrotaan ainakin perustiedot hankkeesta, eli urakan nimi, tilaaja ja pää toteuttaja, urakassa tehtävät työt, aikataulu sekä vastuuhenkilöiden yhteystiedot.

Johto- ja laitesiiirtotarpeiden koordinointi

Rakennetuilla alueilla toteutettavissa infrarakennusurakoissa tulee lähes poikkeuksetta tarvetta olemassa olevien johtojen ja laitteiden siirtämiselle tai suojaamiselle. Johto- ja laitesiirot kuuluvat yleensä kyseisen verkon omistavien operaattoreiden tehtäväksi, mutta pääurakoitsijalle kuuluu näiden töiden koordinointi. Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu työn esteenä olevien kolmansien osapuolten omistamien sähkö-, puhelin-, viemäri-, vesi- ja kaasujohtojen ja niihin liittyvien laitteiden, peltosalaojien sekä muiden rakentamisen tiellä olevien laitteiden muutos-, siirto- ja asennustöistä sopiminen, urakan aikatauluun sovittaminen ja töiden valvonta (POP-ELY 2018a, s. 11). Johtojen ja laitteiden omistajiin on oltava yhteydessä mahdollisimman pian urakan aloitusvaiheessa. Urakka-asiakirjoista löytyvät usein ainakin tärkeimmät urakka-alueen johto- ja laiteomistajat. Tarvittaessa pääurakoitsijan on kutsuttava koolle erillinen johto- ja laitesiiirtopalaveri. Palaveriin kutsutaan kaikkien urakka-alueen verkko-operaattoreiden edustajat sekä tilaajan edustaja. Johto- ja laitesiiirtotöiden onnistumiseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota, sillä pitkittyessään ne saattavat uhata koko urakan aikataulun pitävyyttä. Mikäli johto- ja laitesiiirtotöissä ilmenee viiveitä, pääurakoitsijan kannattaa olla viipymättä yhteydessä tilaajaan, jotta tilanne saataisiin korjattua.

3.2.2 Kustannusten hallinta

Kustannusten hallinta alkaa pääurakoitsijan osalta jo urakan laskentavaiheessa, kun ratkaisuja urakan mahdolliseen toteutusvaiheeseen mietitään. Kaikki urakan hallinnan osa-alueet voivat vaikuttaa kustannuksiin joko suoraan tai välillisesti. Esimerkiksi urakan ajallisen hallinnan pettäessä urakoitsijan maksettavaksi tulevat viivästyssakot ja muut ylimääräiset kulut. Myös laatu- ja turvallisuuspoikkeamista on yleensä määrätty omat rahalliset sanktionsa urakkasopimuksessa. Niin ikään epäonnistuminen hankintojen hallinnassa saattaa aiheuttaa merkittävät ylimääräiset kustannukset pääurakoitsijalle. Urakan aloitusvaiheessa yksi kustannusten hallintaan suoraan

vaikuttava keino ovat urakan sopimusehdot. Infrarakennusurakoissa noudatetaan useimmiten rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja eli YSE 1998:aa. Kokonaisurakan urakka-asiakirjoissa, kuten urakkasopimuksessa ja urakkaohjelmassa on usein viittauksia YSE:en. Tässä kappaleessa tarkastellaan erityisesti urakan aloitusvaiheessa huomioitavia toimenpiteitä liittyen sopimusehtoihin ja sitä kautta kustannusten hallintaan. Urakan aloitusvaiheessa voidaan pyrkiä erityisesti sisään tulevan kassavirran optimointiin sekä riskien vaikutusten minimointiin urakan aikana. Tarkastelussa ovat urakkasopimus, sen kaupalliset liitteet sekä urakan vakuudet ja vakuutukset.

Sopimuskatselmus ja urakkasopimus

Urakkatarjousten jättämisen jälkeen tilaaja valitsee tarjouspyynnössä mainittujen valintaperusteiden mukaisesti soveltuvimman urakoitsijan. Valitun urakoitsijan kanssa pidetään sopimuskatselmus, eli kokous, jossa yhdessä käydään läpi tarjouspyynnön ja tarjouksen mahdolliset tulkinnan eroavaisuudet yksityiskohtiin liittyen. Sopimuskatselmuksessa tarkistetaan myös urakoitsijan turvallisuussuunnittelun ja laadunvarmistuksen taso ja mahdollisesti pyydyt täydennykset alustavaan laatusuunnitelmaan.

Urakkasopimus on sopimus, jossa sovitaan rakennushankkeen keskeisimmät ehdot ja vastuut. Rakennuslalla on käytössä vakiintunut urakka-asiakirjajärjestelmä. Rungon muodostavat vakiosopimukset, joihin liitetään tapauskohtaiset suunnitelmat ja erityisehdot. Urakkasopimus koostuu itse allekirjoitetusta sopimuksesta ja siinä noudatettaviksi luetelluista liiteasiakirjoista. Urakkasopimuksessa kuvataan maarakennustyön tavoiteltu tulos, sen aikaansaamisesta maksettava korvaus sekä sopijapuolten urakkasuorituksiin liittyvät tehtävät, oikeudet ja vastuut. (Kortene ja Olin 2017, s. 56) Urakoitsija voi myös ehdottaa omia kirjauksiaan lisättäväksi urakkasopimukseen ennen sen allekirjoittamista. Urakkasopimus on allekirjoitettavissa sopimuskatselmuksen jälkeen, mikäli mahdollisista tulkintaeroista sopimuksen sisällön suhteen päästään sopuun. Urakkasopimus on aina ensimmäisenä kaupallisten sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestyksessä. Sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys vaihtelee muuten jonkin verran tilaajasta riippuen. Hankkeessa noudatettava asiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys ilmoitetaan urakkaohjelmassa tai urakkasopimuksessa.

Maksuerätaulukko

Tilaaja maksaa urakkasopimuksessa sovitun urakkahinnan urakoitsijalle työn edistymisen mukaisissa maksuerissä. Maksuerät, joiden summaksi muodostuu urakkahinta, määritellään urakan maksuerätaulukossa. Maksuerätaulukko tulee laatia urakoitsijan toimesta työmaan aloitusvaiheessa, usein jo sopimuskatselmukseen mennessä. Tilaajan hyväksymisen jälkeen maksuerätaulukko liitetään urakkasopimuksen liitteeksi. Maksuerät laaditaan vastaamaan mahdollisimman hyvin rakennustyön edistymistä. Työn edistymistä infrarakennusurakoissa voidaan kuvata esimerkiksi valmistuneena tien tai putkilinjan paaluvälinä tai rakennesoitain tai näiden yhdistelminä. Maksuerien lukumäärä ja niiden summat riippuvat täysin urakkahinnan suuruudesta, urakka-ajan pituudesta, tehtävistä työkokonaisuuksista ja halutusta laskutusvälistä. Urakkaohjelmassa tai urakkasopimuksessa on usein myös esitetty reunaehdoja maksuerätaulukon laatimiselle.

Määräluettelot

Määrä- ja yksikköhintaluettelossa esitetään kyseiseen urakkaan sisältyvät työsuoritteet ja niiden teoreettiset määrät litteroituna InfraRYL:in numeroinnin mukaisesti. Tilaaja edellyttää yleensä urakoitsijaa palauttamaan yksiköittäin hinnoitellun määräluettelon jo urakkatarjouksen liitteenä. Kokonaisurakassa voi olla useita määräluetteloita, esimerkiksi silloin, mikäli tilaajia on useampia kuin yksi. Suuret työkokonaisuudet, kuten sillat tai katuvalaistus, erotellaan myös usein omille määräluetteloilleen. Urakkamuodon ollessa yksikköhintaperustainen kokonaisurakka, määrämuutosten perusteella muutetaan urakkahintaa vastaamaan toteutuneita määriä. Määräluettelot ovat olennainen työkalu laadittaessa yleisaikataulua sekä urakassa tarvittavia suunnitelmia, kuten hankintasuunnitelmia, työvaihekohtaisia työsuunnitelmia ja turvallisuussuunnitelmaa. Määräluettelosta voi nähdä nopeasti urakassa toteutettavat työkokonaisuudet ja työn määrän. Havaituista virheistä määräluetteloissa tulee tiedottaa tilaajaa viipymättä.

Vakuudet ja vakuutukset

Pääurakoitsijan hankittavaksi velvoitetut vakuudet ja vakuutukset arvoineen on yleensä ilmoitettu urakan urakkasopimuksessa tai urakkaohjelmassa. Vakuuksien osalta urakoissa noudatetaan yleensä YSE 36 §:n kirjausta, eli urakoitsija on velvollinen

antamaan tilaajalle rakennus- ja takuuajan vakuudet urakkasopimuksen kaikinpuolisesta täyttämisestä. YSE 36 §:n mukaan rakennusajan vakuus on 10% arvonlisäverottomasta urakkahinnasta ja takuuajan vakuus 2% lopullisesta lisä- ja muutostyöt sisältävästä arvonlisäverottomasta urakkahinnasta. Rakennusajan vakuus on toimitettava tilaajalle ennen kuin urakan rakennustyöt voidaan aloittaa. Takuuajan vakuus annetaan, kun tilaaja on vastaanottanut rakennuskohteen. Hyväksyttävä vakuus on joko raha- tai vakuutuslaitoksen takaus tai rahalaitokseen tehty rahatalletus.

Tilaaja velvoittaa pääurakoitsijan ottamaan yleensä ainakin YSE 38§:n mukaiset rakennustyövakuutuksen ja toiminnan vastuuvakuutuksen, sekä tapaturmavakuutuksen työntekijöilleen. YSE 38 §:n mukaisesti urakoitsija on velvollinen huolehtimaan kustannuksellaan rakennuskohteen sekä työtä varten hankittujen rakennustuotteiden ja käyttötarvikkeiden vakuuttamisesta niiden jälleenhankinta-arvosta. Vakuutuksen tulee kattaa myös aliurakat. (POP-ELY 2018b, s. 15) Vakuutukset on otettava ennen rakennustöiden aloittamista ja asia on todennettava tilaajalle vakuutustodistuksilla.

3.2.3 Laadun hallinta

Infrarakennusurakoissa käytetään lähes poikkeuksetta laadunvarmistamisen periaatteena laatuvastuurakentamista (LVR). Pääurakoitsija vastaa tällöin urakan kaikkien laatusuunnitelmien laatimisesta sekä niiden noudattamisesta sekä rakentamisessa, että laatudokumentaation tuottamisessa. Laadunvalvonnan täytyy perustua urakoitsijan laatujärjestelmään ja sen täytyy olla omatoimista sekä jatkua läpi koko hankkeen aloituksesta takuuajan loppuun saakka. Urakan aloitusvaiheessa laatujärjestelmän toteuttaminen tarkoittaa etupäässä laatusuunnitelmien laatimista. Tässä kappaleessa esitellään tärkeimmät kokonaisurakan aloitusvaiheessa pääurakoitsijan tehtäväksi kuuluvat laaduntuottamiseen liittyvät suunnitelmat. Kyseisen dokumentaation tuottaminen kohdeyrityksessä tukeutuu pitkälti valmiisiin suunnitelmapohjiin, joita muokataan urakkakohtaisiksi dokumenteiksi.

Työmaan laatusuunnitelma liitteineen

Laatuvastuurakentamisen periaatteiden mukaisesti pääurakoitsijan tulee laatia ennen rakennustyön aloittamista työmaakohtainen laatusuunnitelma. Kohdeyrityksellä on toiminnalleen laadittu laatujärjestelmä, joka perustuu laatukäsikirjaan. Laatujärjestelmää toteutetaan työmaakohtaisesti laadituilla laatusuunnitelmillä. (OMV Oy 2020a, s. 2)

Kohdeyrityksen materiaalipankista löytyy alustava työmaan laatusuunnitelma-dokumentti, joka käydään huolellisesti läpi ennen jokaisen kokonaisurakan alkamista. Työmaan laatusuunnitelmaan tehdään tarvittavat muutokset ja lisäykset, joilla se yksilöidään juuri kyseiselle urakkakohteelle. Laatusuunnitelman tavoitteet ovat (OMV Oy 2020a, s. 2):

-Varmistaa rakennustyön toteutuminen urakkasopimuksen mukaisesti työsuojelullisesti hyviä työtapoja noudattaen ja aiheuttamatta ympäristölle mainittavaa haittaa.

-Toimii osaltaan rakentamista ohjaavana oppaana.

-Antaa lukijalle kuvan hankkeen laadullisista vaatimuksista, ympäristö-, työsuojelu- ja turvallisuusasioista, resursseista, hankkeen läpiviemisestä ja kertoo, kuinka asetetut tavoitteet saavutetaan.

Kohdeyrityksen työmaan laatusuunnitelmassa käsiteltävät asiat, eli sen pääotsikot ovat: rakennuskohteen esittely ja laatusuunnitelman tavoite, organisaatio ja vastuuhenkilöt, hankkeen työnaikainen laadunvalvonta, tiedonkulku ja yhteistyö hankkeen eri vaiheissa, ympäristö, työsuojelu ja turvallisuus, hankkeen kulku, sen suunnittelu ja riskikartoitus, hankkeen luovutus ja takuu aika sekä liitteet. Jokaisella pääotsikolla on lukuisia alaotsikoita, joissa kuvaillaan kattavasti läpi menetelmät ja toimintatavat, joilla urakka saadaan toteutettua laadukkaasti aloitusvaiheesta aina takuuajan loppuun saakka.

Kohdeyrityksen työmaan laatusuunnitelmaan on määritelty liitettäväksi lukuisia asiakirjoja. Urakan aloitusvaiheessa laatusuunnitelman liitteeksi on laadittava seuraavat asiakirjat: työmaaorganisaatiokaavio, lista aliurakoitsijoista, lista materiaalintoimittajista, yleisaikataulu, laadunvarmistussuunnitelma sekä työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat. Kaikille näille asiakirjoille löytyvät valmiit muokattavat lomakepohjat kohdeyrityksen materiaalipankista. Liitteitä päivitetään tarvittaessa urakan aikana ja uusimmat versiot toimitetaan tilaajalle.

Työmaaorganisaatiokaaviossa esitetään kaaviomuodossa urakoitsijan vastuuhenkilöt, heidän varamiehensä sekä tukitoimintahenkilöstö yhteystietoineen. Hankkeen aliurakoitsijat vastuuhenkilöineen esitetään myös työmaaorganisaatiokaaviossa. Aliurakoitsijalistassa esitetään hankkeessa aliurakkana teetettävät työkokonaisuudet, aliurakoitsijat sekä heidän vastuuhenkilönsä yhteystietoineen. Kaikki aliurakoitsijat

hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa heidän yhteiskunnallisten velvollisuuksiensa suorittaminen todistetaan kirjallisesti. Materiaalintoimittajalistassa esitetään tärkeimpien materiaalitoimitusten sisältö, toimittajat sekä heidän vastuuhenkilönsä yhteystietoineen.

Laadunvarmistussuunnitelma laaditaan valmiille lomakepohjalle. Laadunvarmistussuunnitelmassa esitetään kyseistä urakkaa varten laadittavat työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat. Laadunvarmistussuunnitelmassa esitetään myös vastuuhenkilöt sekä valmistumispäiväykset jokaiselle laadittavalle työvaihekohtaiselle työ- ja laadunvalvontasuunnitelmalle.

Työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat

Pääurakoitsijan tulee laatia jokaisesta merkittävästä työkokonaisuudesta työvaihekohtainen työ- ja laadunvalvontasuunnitelma ennen kyseisen työvaiheen aloittamista. Tilaaja esittää usein urakkaohjelmassa työvaiheet, joista ainakin tulee laatia työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat. Myös aliurakoitsijat velvoitetaan laatimaan omista työkokonaisuuksistaan kyseiset suunnitelmat. Aliurakoitsijan laatima työvaihekohtainen suunnitelma tulee ensin tarkastaa ja hyväksyä pääurakoitsijan toimesta, jonka jälkeen se toimitetaan tilaajalle. Mikäli aliurakoitsija ei jostain syystä tee työvaihekohtaisia suunnitelmia omista töistään, on pääurakoitsijan tehtävä ne ja aliurakoitsijan täytyy toimia niiden mukaisesti. Kohdeyrityksen materiaalipankista löytyvät muokattavat lomakepohjat sekä työvaihekohtaisten työsuunnitelmien, että laadunvalvontasuunnitelmien laatimista varten.

Työvaihekohtaisessa työsuunnitelmassa esitetään työvaihetta edeltävä työvaihe, työvaiheen tarkka työjärjestys sekä työtapojen kuvaus. Työsuunnitelmassa esitetään myös työvaiheessa käytettävät keskimääräiset asennus- ja purkuresurssit sekä tarvittaessa niiden arvioidut kapasiteetit. Työvaiheen kokonaismäärä urakassa esitetään määrälaskentaan perustuvina yksiköinä. Tälle työmäärälle arvioitu aikamenekki per yksi kyseistä työtä tekevä yksikkö ilmoitetaan. Työsuunnitelmaan kirjataan myös työvaiheen suorittamiseen liittyvät laatudokumentit ja liitteet sekä työn aikana suoritettavat mittaukset ja laadun seurantamenetelmät. Ympäristöasioista työsuunnitelmassa mainitaan ainakin työmaalta poisvietävien jätteiden jatkokäsittelyt. Työkohtaiseen työsuunnitelmaan merkitään päiväys, jolloin se on luovutettu tilaajan tarkastettavaksi sekä suunnitelman laatijan nimi.

Työvaihekohtaisessa laadunvalvontasuunnitelmassa esitetään työvaiheen laatumuuttujat, toleranssit, toteamistiheydet toteutuneelle rakenteelle sekä asiakirjat, mihin toleranssit ja toteamistiheydet perustuvat. Laadunvalvontasuunnitelmassa esitetään myös laatumittauksista vastaavat henkilöt sekä laadunvalvonnan menetelmät hankkeen eri vaiheissa. Laadunvalvontasuunnitelma päivätään tilaajalle luovutuksen mukaisesti ja siihen kirjataan suunnitelman laatijan nimi. Kaikki dokumentit, jotka toimitetaan tilaajalle kyseisen työvaiheen laadunvalvonnan lopputuloksena, kirjataan laadunvalvontasuunnitelmaan. Hankkeessa noudatettava yleisten laatuvaatimusten asiakirja, jonka mukaan muun muassa toleranssit eri työvaiheille määräytyvät, ilmoitetaan usein työkohtaisessa työselityksessä. Tavallisimmin noudatetaan InfraRYL:in uusimmassa versiossa esitettyjä toleransseja kyseiselle työvaiheelle. Työkohtaisessa työselityksessä mahdollisesti olevat urakkakohtaiset määräykset menevät kuitenkin yleisten laatuvaatimusten ohi asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä.

3.2.4 Turvallisuus

Turvallisuussuunnittelu on tärkein turvallisuutta edistävä toimenpide urakan aloitusvaiheessa. Turvallisuussuunnittelu täytyy aina toteuttaa urakkakohtaisesti, eli kunkin työmaan erityispiirteet huomioiden. Kohdeyrityksen turvallisuussuunnittelu perustuu osittain dokumenttipohjiin, joita muokataan urakkakohtaisiksi ennen urakan aloittamista. Tärkeitä turvallisuutta edistäviä toimenpiteitä urakan aloitusvaiheessa ovat myös kaapeli- ja johtoselvitykset sekä perehdyttämisen suunnittelu.

Työmaan turvallisuussuunnitelma

Työmaan turvallisuussuunnitelman laatiminen perustuu valtioneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta. Rakennuttajan on nimettävä rakennushankkeelle päätoteuttaja, joka on joko pääurakoitsija, pääasiallista määräysvaltaa käyttävä työnantaja, taikka sellaisen puuttuessa, rakennuttaja itse. Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden

merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. (finlex.fi VNa205/2009 10 §)

Kohdeyhteyksen materiaalipankista löytyy työmaan turvallisuussuunnitelman muokattava mallipohja. Turvallisuussuunnitelman pääotsikot ovat: työmaan turvallisuussäännöt, toteutusorganisaatio, turvallisuustehtävien vastuutus, riskien arviointi, työmaasuunnitelmat sekä muut asiakirjat ja liitteet. (OMV Oy 2020b, s. 1) Turvallisuussuunnitelmapohja käydään huolellisesti läpi ennen jokaisen työmaan alkua ja siihen tehdään tarvittavat muutokset ja lisäykset, joilla turvallisuussuunnitelma yksilöidään juuri kyseiselle työmaalle. VNa 205/2009:ssa mainitut rakennustyön vaara- ja haittatekijät esitetään kappaleessa Riskien arviointi. Riskien arviointi- kappaleessa esitetään kyseisen työmaan turvallisuussuunnittelussa tunnistetut riskit, riskin toteutumisen seuraukset sekä riskinhallintatoimenpiteet. Yleisiä infrarakennustyömaiden riskikohteita ovat esimerkiksi: kaivantotyöt, liikenne työkohteiden läheisyydessä, nostotyöt, työkoneiden liikkuminen työkohteessa, purkutyöt, koneiden ja laitteiden käyttö, kaivu- ja täyttömassojen sijoitus, louhintatyöt, kulkuteiden kunnossapito, tulityöt, sähkötapaturmavaaralliset työt, putoamisvaaralliset työt, vaaraa aiheuttavat putkistot sekä talvityöt. Näihin riskikohteisiin tulisi löytyä esimerkin omaiset riskin arvioinnit kohdeyhteyksen materiaalipankista. Turvallisuussuunnitelma on pidettävä aina ajan tasalla, eli sitä päivitetään tarvittaessa urakan aikana.

Työmaan turvallisuussuunnitelman liitteeksi lisätään usein erillisiä turvallisuuteen liittyviä suunnitelmia. Näin menetellään esimerkiksi silloin, kun hanke sisältää erityisiä vaaroja työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle aiheuttavia työvaiheita. Infrarakennustöissä yleisimpiä tällaisia asiakirjoja ovat: kaivanto- ja kuivatussuunnitelma, työmaan sähköistys- ja valaistussuunnitelma, nostosuunnitelma, tulityösuunnitelma, työ- ja tukitelinesuunnitelma sekä louhintasuunnitelma.

Työmaa-alueen käyttösuunnitelma

Työmaa-alueen käyttösuunnitelman laatiminen perustuu valtioneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta. Pää toteuttajan on tehtävä kirjallinen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma. Pää toteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava kyseessä olevan työmaa-alueen yleiseen järjestelyyn, toteutukseen ja käyttöön liittyvät vaara- ja haittatekijät. Tällöin on otettava huomioon myös

rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muiden työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. (finlex.fi VNa205/2009 11 §)

Työmaa-alueen käyttösuunnitelma on infrarakennusurakoissa ennen kaikkea työnjohdon työkalu urakka-alueen jäsentämiseen. Huolellisesti laadittu suunnitelma auttaa viemään työmaan läpi turvallisesti ja tehokkaasti. Työmaa-alueen käyttösuunnitelma tulee pitää ajan tasalla, eli se on päivitettävä työmaan olosuhteiden muuttuessa. Urakka-alueet infrarakennusurakassa voivat vaihdella muutamista aareista kymmeniin hehtaareihin. Täsmällisiä vaatimuksia työmaa-alueen käyttösuunnitelmalle on tämän vuoksi vaikea laatia. Yleensä infrarakennusurakan työmaa-alueen käyttösuunnitelmassa esitetään ainakin: pääasialliset työalueet, työmaatukikohtien sijainti ja varustelu, työnaikaiset sähköliittymät ja tärkeimmät jatkojohtolinjat, työmaan varastoalueet, työmaan rajaaminen sekä työmaaliikenteen ja yleisen liikenteen liittymäkohdat. Työmaa-alueen käyttösuunnitelmaan kirjataan laatijan nimi, yhtiö ja laatimispäivämäärä.

Työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat

Tilaja velvoittaa pääurakoitsijan laatimaan työnaikaisen liikenteenohjaussuunnitelman aina silloin, kun töitä tehdään tiealueella. Liikenteenohjaussuunnitelmat on laadittava tilajan urakkakohtaisesti esittämien ohjeistusten mukaisesti. Urakassa noudatettavat yleiset ohjeet työnaikaisten liikennejärjestelyjen suhteen esitetään yleensä hankkeen urakkasopimuksessa tai urakkaohjelmassa. Valtion hallinnoimilla teillä noudatetaan Väylän julkaisemaa Liikenne tietyömaalla- julkaisusarjan ohjeita. Julkaisusarjaan kuuluu kuusi osaa. Osat ovat nimeltään: Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset, Tienrakennustyömaat, Sulku- ja varoituslaitteet, Päälystys- ja tiemerkintätyöt, Kunnossapitotyöt sekä Tienpitoajoneuvot (POP-ELY 2018b, s. 5). Kuntien ja kaupunkien noudattama ohjeistus vaihtelee, mutta useat kaupungit käyttävät oppaanaan esimerkiksi julkaisua Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 2013).

Työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat voidaan yleensä tehdä näiden yleisten ohjeiden perusteella helpohkosti, sillä ne sisältävät kattavan ohjeistuksen aiheeseen sekä paljon ohjekuvia. Yleisten ohjeiden lisäksi tilaajalla voi olla urakkakohtaisia vaatimuksia työnaikaisten liikennejärjestelyjen suhteen. Urakka-asiakirjoissa

määritellään esimerkiksi urakan sulkua ja varoituslaitteissa noudatettava toimintaympäristöluokka, joka on tiedettävä ennen kuin työnaikaisia liikenteenohjaussuunnitelmia voidaan laatia. Työmaan jokaisesta erillisestä yleiseen liikenteeseen vaikuttavasta työkohteesta täytyy laatia oma työnaikainen liikenteenohjaussuunnitelmansa. Työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat on pidettävä ajan tasalla, eli ne on päivitettävä aina ennen kuin työkohteen liikennejärjestelyihin tehdään merkittäviä muutoksia. Urakoitsijan laatimiin työnaikaisiin liikenteenohjaussuunnitelmiin on aina merkittävä hankkeen nimi, liikenteenohjaussuunnitelman tunnus tai järjestysnumero, laatijan nimi, yhtiö sekä laatimispäivämäärä. Kohdeyritys on pääsääntöisesti tehnyt itse tarvitsemansa työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat.

Kaapeli- ja johtoselvitykset

Pääurakoitsijan tulee aina selvittää työalueella sijaitsevien johtojen ja laitteiden tarkka sijainti ja niitä koskevat turvallisuusmääräykset ennen kaivutöiden aloittamista. Kaivutöiden aiheuttamien kaapeli- ja johtovaurioiden korjauskustannukset kuuluvat lähtökohtaisesti vaurion aiheuttajan korvattavaksi. Korjauskustannukset voivat nousta helposti tuhansiin euroihin esimerkiksi valokuitu- tai suurempien sähkökaapeleiden vahingoissa. Maan alle on monin paikoin sijoitettu lukuisia varottavia johtoja, kuten erilaisia sähkökaapeleita, telekaapeleita, antennikaapeleita, kaapelinsuojaputkia, vesijohtoja, viemäriputkia, kaukolämpöputkia, kaasuputkia, salaojia ja putkirumpuja. Sijaintitiedot, eli kaapeli- ja johtokartat pyydetään johtojen ja laitteiden omistajilta urakan aloitusvaiheessa. Useimmat verkko-operaattorit toimittavat pyydetessä sijaintitiedot verkostoistaan sähköisesti joko erilaisten johtotietopankkien tai karttapalveluiden kautta. Urakka-asiakirjoissa on usein esitetty urakka-alueella sijaitsevien johtojen ja laitteiden likimääräiset sijainnit, mutta nämä kartat eivät ole läheskään aina kattavia. Tarvittaessa verkko-operaattorin edustaja tulee maastoon näyttämään johdon tarkan sijainnin näyttötoimenpiteellä. Näyttötoimenpiteessä verkko-operaattorien edustajat tutkaavat ja merkitsevät maalimerkein kaapelien tarkat sijainnit maastossa.

Työntekijöiden perehdyttäminen

Työntekijöiden perehdyttäminen työmaahan on tärkeä toimenpide, jota täytyy suunnitella jo urakan aloitusvaiheessa. Työmaan päätoteuttaja on viime kädessä

vastuussa kaikkien työntekijöiden perehdyttämisestä. Perehdyttämisestä säädetään ainakin työturvallisuuslaissa (738/2002) sekä sen nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Pää toteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet (finlex.fi VNa205/2009 3 §). Perehdyttämisen dokumentointi voidaan toteuttaa joko paperilomakkeilla tai sähköisesti esimerkiksi erilaisten mobiilisovellusten avulla. Kohdeyrityksen työmailla on käytetty perehdyttämisen apuna lomakepohjaa, joka täytetään jokaisen työntekijän perehdyttämisen yhteydessä. Perehdyttämisessä käydään läpi ainakin kohteen yleisesittely, toteutusorganisaatio, aikataulu, tilaajan turvallisuusvaatimukset, ensiapu- ja paloturvallisuusasiat, työmaan järjestelyt, työmaa- ja turvallisuussuunnitelmat, työmaan turvallisuussäännöt ja -ohjeet sekä käytettävät henkilönsuojaimet. Perehdyttämisen yhteydessä tarkistetaan, että työntekijällä on kuvallinen henkilötunniste, veronumero sekä työntekoon tarvittavat pätevyudet voimassa. Työntekijöiltä varmistetaan lisäksi, että heillä on työhön riittävät henkilönsuojaimet käytössään. Perehdyttämisen yhteydessä työntekijälle luovutetaan myös tarvittava määrä rakennussuunnitelmia, jotta hän voi aloittaa työt omalta osaltaan. Suunnitelmat, työmenetelmät ja työjärjestys käydään läpi sillä tarkkuudella, että kaikilla työntekijöillä on perehdyttämisen jälkeen hyvät edellytykset työnsä suorittamiseen mahdollisimman tehokkaasti ja turvallisesti. Perehdyttämisen jälkeen uusien työntekijöiden tiedot lisätään työmaan henkilöluetteloon.

3.2.5 Ajallinen hallinta

Urakan ajallinen hallinta on välttämätöntä, jotta vältetään viivästyssakot ja muut urakan viivästyisestä aiheutuvat ylimääräiset kulut ja välilliset vahingot. Urakan aloitusvaiheessa ajallista hallintaa pyritään varmistamaan toteutusvaiheen työjärjestyksen huolellisella suunnittelulla sekä aikataulujen laatimisella. Urakan aikataulutukseen kytkeytyy olennaisesti myös resurssisuunnittelu, jossa huomioitavat seikat käydään läpi omassa kappaleessaan.

Työjärjestyksen suunnittelu

Infrarakennusurakan työjärjestyksellä tarkoitetaan tässä sitä järjestystä, missä urakkaan kuuluvaksi suunnitellut rakenteet toteutetaan maastoon. Infrarakennusurakoiden

luonteeseen kuuluu, että niissä on yleensä useampia kuin vain yksi oikea työjärjestys. Urakan aloitusvaiheessa urakoitsijan täytyy päättää parhaaksi katsomansa työjärjestys, jota se sitten lähtee toteuttamaan. Työjärjestyksen valintaan voivat vaikuttaa hyvin monet tekniset ja taloudelliset seikat, tilaajan asettamat vaatimukset sekä rakentamisympäristön aiheuttamat tekijät. Parhaan mahdollisen työjärjestyksen suunnittelu alkaa huolellisella tutustumisella sekä teknisiin, että kaupallisiin urakka-asiakirjoihin. Kaikkien hankkeeseen osallistuvien urakoitsijan tuotantojohtoon kuuluvien henkilöiden tulisi tutustua osaltaan näihin asiakirjoihin. Etenkin kaupalliset asiakirjat voivat sisältää reunaehdoja, joilla saattaa olla suuri vaikutus työjärjestyksen suunnitteluun. Kaupallisissa asiakirjoissa mainittuja, työjärjestykseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tilaajan asettamat vaiheistukset. Näitä ovat ainakin välitavoitteet sekä rajoitukset eri työosuuksien aloitusajankohdille.

Edellytyksenä työjärjestyksen suunnittelulle on riittävän syvälinen tutustuminen hankkeen rakennussuunnitelmiin. Tarjouslaskija on perehtynyt suunnitelmiin pääpiirteittäin jo urakkalaskentavaiheessa. Tällöin kuitenkin keskitytään lähinnä asioihin, joilla on eniten merkitystä urakkalaskennan kannalta. Tarjouslaskija ei siis välttämättä ole suunnitellut ollenkaan urakan tarkempaa työjärjestystä. Urakkaan nimettyjen työnjohtajien ja muun tuotantojohtoon onkin yleensä suunniteltava toteutusvaiheen työjärjestys rakennussuunnitelmien ja oman kokemuksensa perusteella. Urakkaan kuuluvista töistä on pystyttävä muodostamaan kokonaiskuva, jotta työjärjestyksen suunnitteleminen on mahdollista. Rakentamisen työjärjestyksen vähintäänkin yleispiirteinen suunnitteleminen on edellytys myöskin urakan yleisaikataulun laatimiselle.

Infrarakennusurakoiden sisällön suuren vaihtelun takia yleispäteviä ohjeita hyvälle työjärjestykselle on vaikeaa laatia, mutta muutamia perusperiaatteita voi suurimmassa osassa hankkeita noudattaa. Työmaatukikohdat ja työmaan tiedotustaulut on mielellään perustettava ennen varsinaisten töiden aloittamista. Työnaikaiset liikennejärjestelyt on toteutettava ennen varsinaisten töiden aloittamista, mikäli työalue rajoittuu yleisen liikenteen käytössä oleviin väyliin. Liikennejärjestelyt aiheuttavat usein muutenkin omat reunaehdonsa työjärjestyksen suunnittelulle. Liikenteen pitää yleensä päästä kulkemaan urakka-alueen läpi, eli sitä ei saa pysäyttää ainakaan pitkäksi aikaa. Työnaikaisten liikennejärjestelyiden toteuttamisen kesto aika vaihtelee suuresti riippuen

tarvittavien liikennejärjestelyiden laajuudesta, kuten tarvitseeko rakentaa esimerkiksi työnaikaisia kiertoteitä tai levityksiä.

Urakka-alueella saattaa olla verkko-operaattoreiden suojattavaksi, siirrettäväksi tai purettavaksi määritellyjä johtoja ja laitteita. Töiden aloitusvaiheessa tulee olla selvyys näiden johtojen ja laitteiden siirto- ja suojausaikatauluista sekä töiden toteuttajista. Operaattorit tekevät nämä työt joko ennen rakennustöiden aloittamista, tai yhtäaikaaisesti niiden kanssa. Rakennustyöt voidaan aloittaa, kun sen mahdollistavat työnaikaiset liikennejärjestelyt ovat valmiit ja työalue on rajattu turvalliseksi. Työt aloitetaan yleensä maanpäällisten purettavaksi tai siirrettäväksi määriteltujen rakenteiden purkutöillä. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi asfalttipäällysteet, reunakivet, kiveykset, liikenne- ja opastusmerkit, valaisimet, aidat ja rakennukset.

Eräs perusperiaate infrarakentamisessa on, että syvimmälle tulevat pysyvät rakenteet pyritään rakentamaan tietysti ensin. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi erilaiset pohjanvahvistukset, betoniperustukset ja putkilinjat. Syvät kaivannot saattavat vaatia etukäteen tehtävää kaivannontuentaa tai pohjavedenalennusta, jotta ne pystytään toteuttamaan turvallisesti. Syvimmälle tulevien rakenteiden valmistuttua kaivantoa aletaan täyttää kerroksittain tiivistäen edeten kohti päällys- ja pintarakenteita. Urakan sisältäessä viettoviemäreiden rakentamista, on niiden rakentaminen usein kannattavaa aloittaa putkilinjan alimmasta kohdasta. Putkien muhvirakenteen vuoksi niiden ensisijainen asennustapa on nousevaan suuntaan. Alimmasta kohdasta aloitettaessa putket päästään asentamaan pääosin nousevaan suuntaan ja työn edetessä mahdollinen kaivantoon tai kiviainesarinaan kertyvä vesi ei haittaa niin voimakkaasti putkitustyötä.

Työjärjestystä suunniteltaessa olisi hyvä muistaa, että saman työvaiheen tekemistä pitäisi järjestää mahdollisimman paljon yhtäjaksoiseksi työalueeksi, eli mestaksi, työtä suorittavalle yksikölle. Tutkija on nimittäin huomannut useita kertoja, että työn tekemisen tehokkuus nousee, mikäli tehtävää työsuoritetta ei tarvitse vähän väliä vaihtaa. Tämän toteuttaminen on kuitenkin haastavaa esimerkiksi katusaneeraustyömailla, missä joudutaan usein etenemään useita työvaiheita rinnakkain ja vuorotellen tehden. Uutta kunnallistekniikkaa, kuten kaava-alueita rakennettaessa, saman työvaiheen toistamisen optimointi on helpompaa. Tärkeä huomioitava tekijä työjärjestystä suunniteltaessa on myös se, että pystytään välttämään tilanne, jossa vahingoitetaan jo aiemmin urakassa rakennettuja rakenteita. Esimerkiksi maahan

asennetut putket saattavat joskus olla rikkoutumisvaarassa seuraavia työvaiheita tehtäessä.

Yleisaikataulu

Infrarakennusurakan aloitusvaiheessa pääurakoitsijan tehtäväksi kuuluu hankkeen rakennusvaiheen yleisaikataulun laatiminen. Tarkempia työvaihekohtaisia aikatauluja voidaan myös laatia joko aloitusvaiheessa tai rakentamisen jo käynnistyttyä. Kohdeyrityksen toteuttamien urakoiden yleisaikataulut on toteutettu tähän mennessä poikkeuksetta jana-aikatauluina. Aikataulun laatiminen voidaan aloittaa selvittämällä päivä, jolloin rakennustyöt päästään aloittamaan, sekä urakkasopimuksessa määritelty valmistuspäivämäärä. Näiden kahden päivämäärän välinen aika on urakka-aika, josta pitää vielä aikataulun laatimista varten vähentää mahdolliset arkipyhät sekä suunnitellut työkatkot. Tilaajan mahdollisesti urakkasopimukseen kirjaamien reunaehtojen, kuten välitavoitteiden sekä urakan osien aloitusrajoitusten täytyy niin ikään näkyä yleisaikataulussa. Jana-aikataulumuotoisessa yleisaikataulussa tällaiset seikat merkitään yleensä pystyviivoilla.

Urakan toteuttamiseen lasketut työvuorojen määrät pääresursseille, kuten kaivinkoneille, pyöräkuormaajille ja rakennusmiehille, löytyvät urakan tarjouslaskennasta. Ennen kuin arvioidaan tarvittavaa työyksiköiden määrää, on kuitenkin selvitettävä kaikkien aliurakoina teetettävien työkokonaisuuksien kestoajat. Mikäli urakan aloitusvaiheessa ei ole vielä sovittu kaikkia aliurakoita, on niiden kestoajat arvioitava joko laskennasta tai kokemuseräisesti. Hankkeen laajuudesta ja ominaispiirteistä riippuen on arvioitava, onko aliurakoiden töitä tarkoituksenmukaista tai edes mahdollista tehdä samanaikaisesti omana työnä tehtävien työvaiheiden kanssa. Mikäli yhtäaikaisten toteutus ei ole mahdollista, on kyseisen aliurakan kestolle varattava oma janaansa yleisaikataulussa, joka ei ole päällekkäinen muiden janojen kanssa.

Yleisaikataulun laadinnan seuraavassa vaiheessa jaetaan laskennasta saatu omana työnä tehtävien töiden aikamenekki työvuoroina tehollisella rakennusajalla. Mikäli tulokseksi saadaan esimerkiksi neljä, tarvitaan neljä työkonetta koko teholliselle rakennusajalle, jotta tavoiteltu työtulos saavutetaan. Käytännössä koneiden määrä olisi kuitenkin enimmillään viisi tai kuusi porrastetun työmaalle saapumisen ja lähtemisen takia. Kokonaisuuden kannalta ei nimittäin ole yleensä järkevää tuoda esimerkiksi neljää konetta samana päivänä työmaalle tai sieltä pois. Seuraavaksi tulee arvioida

työkoneiden laskennallista määrää urakka-alueen laajuuden ja muiden ominaispiirteiden kannalta. Käytännössä arvioidaan sitä, sopiiko laskennallinen määrä koneita yhtä aikaa työmaalle työskentelemään tehokkaasti ja tuottavasti siten, että ne eivät haittaa toistensa työtä. Mikäli vastaus on myönteinen, voidaan työmaata lähteä toteuttamaan tällä konemäärällä normaalin viikkotyöajan puitteissa. Vastauksen ollessa kielteinen, on lähdettävä etsimään ratkaisuja tehollisen työajan lisäämiseksi vähemmällä määrällä koneita. Mahdollisia vaihtoehtoja tähän ovat ainakin työvuoron pidentäminen, viikonlopputyöt sekä työn tekeminen kahdessa vuorossa. Ratkaisut tulisi tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa urakkaa, kun aikataulun kiinni kirittäminen on vielä mahdollista.

Työmaalla voi sattua monenlaisia pieniä, mutta odottamattomia työn keskeyttäviä tai hidastavia tapahtumia eli häiriöitä. Tällaisia ovat esimerkiksi poikkeukselliset sääolot, sairastumiset, ilkivalta ja kalustorikot. Näiden pienten tapahtumien kumuloituva yhteisvaikutus saattaa vaikuttaa siten, että työmaa alkaa vähitellen viivästyä aikataulustaan. Yksi ratkaisu tähän on lisätä työmaalle esimerkiksi yksi työkone verrattuna laskennalliseen tarpeeseen, jolloin aikataulu saadaan varmemmalle pohjalle. Lisäkoneellekin täytyy kuitenkin luoda sellaiset toimintaedellytykset, että sen työnteko on yhtä tehokasta, kuin muillakin työmaan koneilla. Vasta urakan toteuttamiseen tarvittavien resurssien ja aliurakoiden aikamenekkien selvittämisen jälkeen voidaan laatia varsinainen yleisaikataulu. Yleisaikataulun, mikäli se tehdään jana-aikatauluna, janaat voidaan nimetä esimerkiksi väylien, paaluvälien, työvaiheiden tai aliurakoiden mukaan. Janoille määritellään pituus työmäärän ja työn suorittavan resurssin mukaan. Työmäärät ja työtehot saadaan urakkalaskennasta tai aliurakoitsijoilta heidän toimitukseensa kuuluvien töiden osalta. Janoihin voidaan lisätä hieman löysää tai särkeävara, jotta yleisaikataulusta saadaan realistinen. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, mikäli aikataulu on erittäin kireä. Myös eri tehtävien väliset riippuvuudet tulee huomioida tarkasti yleisaikataulua laadittaessa, jotta virheellisiltä resurssimääriltä vältytään. Tärkeämpää kuin juuri suunnitellusti toteutuva työjärjestys on se, että työmaalle saadaan kohdistettua sellaiset resurssit, että aikataulussa pysytään ja urakka valmistuu viimeistään määräpäivänä. Yleisaikataulua voidaan päivittää urakan edetessä esimerkiksi työjärjestyksen muutosten osalta. Aikataulussa pysymisen seuranta on erittäin tärkeää heti urakan alkuvaiheesta lähtien. Tällöin mahdolliseen poikkeamaan ehditään reagoida ajoissa ja korjaavat toimenpiteet voidaan aloittaa.

Yleisaikataulun laatimisen yhteydessä pitäisi pyrkiä myös tunnistamaan urakan sisältämiä riskejä aikataulullisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Riskejä pyritään tunnistamaan urakan rakennussuunnitelmien perusteella sekä kokemusperäisesti. Mahdollisia riskitekijöitä on lueteltu kohdeyrityksen työmaan laatusuunnitelmassa. Riskien mahdollista vaikutusta yleisaikataulun laatimiseen täytyy aina arvioida urakkakohtaisesti. Usein toistuvia riskejä infrarakennusurakoissa ovat ainakin: liikennejärjestelyt, syvät kaivannot, leikkauspohjien jäätyminen, kaapelivauriot, pohjavesiolosuhteet sekä maapohjan häiriintyminen (OMV Oy 2020a, s. 17).

3.2.6 Resurssit ja hankinta

Urakan aloitusvaiheessa urakoitsijan on suunniteltava ainakin pääpiirteissään, millaisilla resursseilla urakan töitä lähdetään toteuttamaan. Päätökset omana työnä ja alihankintana tehtävien työvaiheiden välillä ovat kriittisiä. Urakan materiaalihankinnat näyttelevät niin ikään suurta roolia rahallisesti ja toimitusvarmuuden kannalta. Resursoinnin ja materiaalihankintojen onnistuminen ovat siis urakan menestyksekkään läpiviennin edellytys. Kappaleessa käsitellään urakan resursointi kokonaisuudessaan, eli sekä omat, että alihankintana tuotettavat resurssit.

Alihankkijat

Urakan laskentavaiheessa arvioidaan alustavasti, mitkä kokonaisurakan työkokonaisuudet kannattaisi teettää alihankkijoilla aliurakoina. Tarjouskilpailun ratkettua, eli urakan aloitusvaiheessa sekä toteutusvaiheen alussa, on tehtävä lopulliset päätökset alihankintana teetettävistä töistä. Kohdeyritys on teettänyt kokonaisurakoissaan alihankintana ainakin kivitöitä, vihertöitä, asfalttipäällysteitä, mittaustöitä, sähkötekniisiä töitä, tiemerkintätöitä, kaiteita, liikennevalotöitä, betonirakenteita, vesieristysia, sääsuojia, ponttitöitä, paalutustöitä, kiinteistökatselelmuksia, putkikuvauksia, konetöitä sekä maanrakennustöitä.

Urakan aloitusvaiheessa on siis käytettävissä laskentavaiheessa pyydettyt ennakkotarjoukset alihankintana teetettäväksi ajatelluista työkokonaisuuksista. Tässä vaiheessa asiaa voidaan arvioida vielä uudelleen ja pyytää tarvittaessa aliurakkatarjouksia myös sellaisista työkokonaisuuksista, jotka on vielä laskentavaiheessa ajateltu tehtäväksi omana työnä. Aloitusvaiheessa alihankkijoita kilpailutetaan tarvittaessa vielä uudelleen laskentavaiheessa saatujen ennakkotarjousten

perusteella. Tarvittaessa aliurakkatarjouksia pyydetään vielä muiltakin potentiaalisilta toimittajilta. Seuraavassa vaiheessa sopivalta vaikuttavien alihankkijoiden kanssa käydään urakkaneuvottelut, joissa käydään läpi ainakin aliurakoiden sisältö, aikataulu ja toimitusehdot. Neuvotteluissa pyritään selvittämään alihankkijan kyvykkyys suoriutua kyseisen aliurakan tehtävistä annetulla aikataululla ja laatuvaatimustasolla. Tilaa javastuulain mukaisesti alihankkijoiden yhteiskunnallisten velvoitteiden tulee olla aina hoidettuina, mikä voidaan tarkistaa esimerkiksi Luotettava Kumppani-palvelusta. Neuvotteluiden perusteella päätetään lopullisesti alihankkijat, joiden kanssa hanketta lähdetään toteuttamaan.

Valittujen alihankkijoiden kanssa solmitaan kirjalliset aliurakkasopimukset. Tällöin alihankkijat pääsevät aloittamaan omat hankintansa ja varaamaan tarvittavat resurssit työn suorittamiseksi. Pienet hankinnat voidaan tehdä kirjallisen tarjouksen, jossa esitetään työn veloituserusteet, sekä tarjouksen vastineeksi annetun kirjallisen tilauksen perusteella. Aliurakoiden aloitus- ja lopetuspäivämäärät voidaan merkitä yleisaikatauluun, kun ne on sovittu alihankkijoiden kanssa. Kokonaisurakan toteuttamiseen osallistuvat alihankkijat hyväksytetään aina tilaajalla. Pääurakoitsijan ja alihankkijan kesken pidetään aloituspalaveri ennen aliurakkaan kuuluvien töiden aloittamista. Aloituspalaverin tarkoitus on varmistaa työn toteutus laadukkaasti, turvallisesti ja taloudellisesti. Alihankintaprosessin läpiviemiseen osallistuu kohdeyrityksessä koko urakan aloitusvaiheeseen osallistuva tuotantojohto, eli urakkalaskija, toimialajohtaja sekä työmaapäällikkö.

Materiaalihakinnat

Infrarakennusurakassa tarvittavat rakennusmateriaalit on urakka-ajan pituudesta ja toimitusajoista riippuen tilattava joko urakan aloitusvaiheessa, tai toteutusvaiheen alussa. Kyseessä voivat olla joko omana työnä toteutettavien työvaiheiden materiaalit, tai mahdollisiin työaliurakoihin toimitettavat materiaalit. Kohdeyritykselle tyypillisissä urakoissa on ostettu esimerkiksi putkia, kaivoja, pumppaamoja, vesijohdon osia, suodatinkankaita, routaeristeitä, tieverkkoja, valmisbetonia, liikennemerkkejä, työmaatauluja, kadun kalusteita, maa- ja kiviaineksia sekä uusiomateriaaleja. Urakan laskentavaiheessa pyydetään suurimmista materiaaleristä ennakkotarjouksia materiaalitoimittajilta. Ennakkotarjoukset pyydetään joko määräluettelon tai oman tarkistuslaskennan mukaisilla määrillä. Materiaalitoimittajat kilpailutetaan tarvittaessa

uudelleen vielä urakan aloitusvaiheessa. Tarvittaessa voidaan pyytää tarjouksia muiltakin materiaalintoimittajilta, joihin ei olla oltu yhteydessä vielä laskentavaiheessa. Kohdeyrityksessä rakennusmateriaalien hankintaan osallistuvat toimialajohtaja, urakkalaskija sekä työmaapäällikkö.

Urakan aloitusvaiheessa on tärkeää selvittää kaikkien urakassa tarvittavien rakennusmateriaalien toimitusajat. Joillakin materiaaleilla, kuten esimerkiksi pysäkkikatoksilla, putkisilloilla ja joillakin katuvalaisimilla voi olla pitkä, jopa useiden kuukausien mittainen toimitusaika. Tällaisten materiaalien tilaukset pitää siis saada tehtyä ensi sijassa ja toimitusajat täytyy sopia toimittajan kanssa kirjallisesti. Mikäli näyttää siltä, että toimitusaika on niin pitkä, että urakan valmistuminen viivästyy sen takia sovitusta, tilaajaa on tiedotettava asiasta viipymättä. Kaikkien rakennusmateriaalien kelpoisuus kyseiseen urakkaan täytyy varmistaa ennen tuotteiden tilaamista. Kelpoisuusvaatimukset löytyvät pääsääntöisesti urakka-asiakirjoista. Kelpoisuus voidaan todentaa yleensä tuotteen CE-merkinnällä, tai tuotehyväksyntälain mukaisella varmennuksella.

Työnjohtoresurssit

Urakan onnistuneeseen läpiviemiseen tarvittavan työnjohtoresurssin määrä on eräs urakan aloitusvaiheessa arvioitava tekijä. Urakkaan allokoitavien työnjohtajien määrää on arvioitu alustavasti laskentavaiheessa, mutta tuon arvion oikeellisuutta täytyy tarkastella kriittisesti vielä aloitusvaiheessa. Liian vähäinen työnjohtoresurssin määrä urakan vaativuuteen nähden saattaa aiheuttaa välillisesti kalliita vahinkoja. Tarvittava työnjohtajien määrä arvioidaan aina urakkakohtaisesti ja se riippuu ainakin urakan laajuudesta, kompleksisuudesta, alihankinta-asteesta, työmaalla yhtäaikaaisesti johdettavien resurssien määrästä sekä aikataulun kireydestä. Kun urakkaan kiinnitettävät työnjohtajat on päätetty, on hyvä sopia työnjohtajille kuuluvien tehtävien vastuunjako. Vastuut voidaan jakaa esimerkiksi urakka-alueittain tai työkokonaisuuksittain. Mikäli kyseessä on kahden työnjohtajan työmaa, voidaan esimerkiksi sopia, että toinen keskittyy enemmän työnsuunnitteluun, viestintään sekä dokumentaatioon ja toinen päivittäisen työnteon johtamiseen maastossa. Työnjako voi perustua myös henkilökohtaisiin ominaisuuksiin, kuten työkokemukseen tai erikoisalojen, kuten vaikkapa betonirakentamisen osaamiseen.

Tilaajan puolelta asetetaan usein erilaisia vaatimuksia urakoitsijan työnjohdolle. Vaatimukset on esitetty yleensä urakkasopimuksessa tai urakkaohjelmassa, jollaisesta esimerkkinä POP-ELY 2018a, jonka sivun 45 mukaan vastaavan työnjohtajan tulee olla vähintään teknillisen oppilaitoksen/ammattikorkeakoulun rakennusosastolla teknikon tutkinnon suorittanut tai vastaavat tiedot ja hyvän käytännön kokemuksen omaava henkilö. Hänellä on oltava kokemusta vastaavista tehtävistä vähintään kolme (3) vuotta. Vastaavan työnjohtajan tulee olla kokopäiväinen tässä urakassa, eli 100 % läsnäolovaatimus työmaalla.

Maanrakennushenkilöt

Omana työnä tehtävien työvaiheiden toteuttamiseksi tarvittava maanrakennusmiesresurssi arvioidaan urakan aloitusvaiheessa. Laskentavaiheessa on arvioitu urakan toteuttamiseksi kuluva maanrakennusmiesten työtuntimäärä. Urakan aloitusvaiheessa täytyy kuitenkin päättää esimerkiksi aloitukseen valitun työkonemäärän mukaisesti tarvittava maanrakennusmiesten määrä. Maanrakennusmiehellä tarkoitetaan tässä työntekijää, joka ei aja päätyökseen mitään työkonetta. Tämä raja on kuitenkin häilyvä, sillä työmaasta riippuen myös maanrakennusmiehet ajavat usein työkoneita, kuten tiivistysjyriä ja pyöräkuormaajia. Valinta siitä, käytetäänkö työmaalla omia vai vuokratyöntekijöitä, tehdään yhtiön työtilanteen ja urakan luonteen perusteella. Tärkeä tekijä valinnassa on myös henkilöiden kokemus vastaavista töistä. Kohdeyrityksen työmailla on usein töissä yhtäaikaaisesti molempia, sekä omia, että vuokratyöntekijöitä.

Tarvittavaan maanrakennusmiesten määrään työmaalla on vaikeaa antaa kaiken kattavaa sääntöä, koska infrarakennusurakoiden sisältö vaihtelee suuresti. Muutamia peruserätyötapoja voi kuitenkin noudattaa useimmissa tapauksissa. Yleensä rakennetuilla alueilla tehtävissä saneerauksissa tarvitaan vähintään yksi maanrakennusmies yhtä kaivinkonetta kohden. Rakennetuilla alueilla on usein paljon esimerkiksi maakaapeleita, joita pitää paikantaa ja etsiä lapiotyönä. Myös liikennejärjestelyihin ja kaivannon suojaukseen liittyvät työt korostuvat tällöin. Kunnallisteknisiä putkistoja, kuten vesijohtoja ja jätevesiviemäreitä rakennettaessa yhden kaivinkoneen pariin laitetaan yleensä kaksi maanrakennusmiestä. Työnjakona tällöin on usein se, että toinen maanrakennusmies on enemmän avustavissa töissä ja toinen niin sanottuna nokkamiehenä kaivannossa. Nokkamies kaivattaa putkikaivantoa, etsii tarvittaessa

kaapeleita ja johtoja lapiolla ja asentaa uudet putket paikoilleen. Apumies tuo putket ja kaivot työkohteeseen, avustaa niiden asennuksessa, tekee kiviainesarinaa sekä tiivistää täyttöjä tärylevyllä.

Maanrakennusmiesten aikaisempi työkokemus on oltava tiedossa siinä vaiheessa, kun heitä rekrytoidaan hankkeelle. Tällöin voidaan varmistua siitä, että kaikki työntekijät ohjataan tekemään töitä, joihin heidän osaamisensa riittää. Esimerkiksi kunnallisteknisten putkistojen ja betonirakenteiden rakentaminen ovat töitä, joissa tehtyjä virheitä on erittäin kallista korjata jälkikäteen. Maanrakennusmiesten määrä tulisi olla sopiva siten, että kaivinkoneiden ja muiden työkonien täysi kapasiteetti saataisiin hyödynnettyä. Työkoneilla saattaa tulla hukkakäyntiä, mikäli maanrakennusmiehiä on liian vähän siten, että heidän tehtäviensä suorittamista joudutaan odottamaan.

Konekalusto

Infrarakennusurakan töitä toteuttava konekalusto kuljettajineen on ehdottomasti aivan olennainen tekijä koko hankkeen onnistumisen kannalta. Useimmissa infrarakennusurakoissa määrällisesti yleisimmät työkonet ovat kaivinkoneita, eli ne ovat yleensä pääresursseja. Urakan aloitusvaiheessa on päätettävä työmaan eri vaiheissa käytettävien kaivinkoneiden määrä ja ominaisuudet. Urakkaan pitää pyrkiä valitsemaan kaivinkoneet, joiden ominaisuudet ovat optimaaliset suoritettavaan työhön ja työympäristöön nähden. Ominaisuuksista tärkeimpiä ovat kaivinkoneen alustaratkaisu, eli onko se tela- vai pyöräalustainen, kokoluokka, ikä sekä varustelu. Varustelussa huomioitavia asioita ovat ainakin koneohjausvalmius, kauhan kallistajat ja pyörittäjät, kauhavalikoima, routavasarat sekä routapiikit. Tuntiveloitusperusteella tehtävässä konetyössä myös koneen tuntiveloitushinta on tärkeä valintaan vaikuttava tekijä. Kaivinkoneiden valintaan vaikuttaa tietysti myös se, onko urakassa valittu käytettäväksi yhtiön omia koneita, alihankkijoiden koneita vai onko konetöiden tekemisestä sovittu aliurakka.

Koneenkuljettajien tehokkuus tuntiveloitusperusteisessa työssä on yksi tärkeimmistä yksittäisen työmaan kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Tutkija on huomannut toistuvasti johtamillaan työmailla, että päivittäisessä työsaavutuksessa samaa työtä tehdessä voi olla helposti kymmenien prosenttien eroja jopa kahdella ammattikuljettajan nimikkeellä olevalla koneenkuljettajalla. Tämän vuoksi koneenkuljettajien valintaan

täytyy kiinnittää paljon huomiota. Kaupunkiolosuhteissa, missä on paljon haittoja ja häiriötekijöitä, erot korostuvat entisestään. Esimerkiksi jo yksikin kaapelivahinko voi maksaa tuhansia euroja ja aiheuttaa pahimmillaan jopa henkilövahinkoja. Koneenkuljettajien työkokemus ja varmuus erilaisissa työympäristöissä täytyy siis huomioida valintoja tehdessä. Toisaalta huipputasoinen kuljettajia ei riitä kuitenkaan joka paikkaan, joten yksittäisen urakan henkilöstön kokoonpano on usein kompromissien tekemistä.

Kaivinkoneiden lisäksi infrarakennusurakoissa tarvitaan usein pyöräkuormaajia sekä tiivistysjyriä. Pyöräkuormaajat ovat monikäyttöisiä työkoneita ja niiden pääasiallinen käyttötarkoitus työmaalla tulisikin miettiä ennen valinnan tekemistä. Pyöräkuormaajia voidaan käyttää esimerkiksi maan kantamiseen, maa- ja kiviainesten vastaanottamiseen, läjitysaluetyöhön sekä rakennusmateriaalien kantamiseen ja kuormien purkuun. Pääasiallinen käyttötarkoitus sekä työmaalla koneen käytettävissä oleva tila määrittelevät koneen sopivan kokoluokan ja tarvittavat varusteet. Pyöräkuormaajien osalta täytyy arvioida, että onko niiden tarve työmaalla kokoaikainen vai osa-aikainen. Tämän arvioinnin jälkeen voidaan tehdä valinta kokonaisedullisimmasta vaihtoehdosta pyöräkuormaajan hankintatavaksi. Vaihtoehtoina ovat omat koneet, vuokrakoneet tai tuntiveloituksella tarpeen mukaan työmaalla käyvät koneet.

Tiivistysjyriä tarvitaan infrarakennustyömaalla viimeistään silloin, kun penkereet ja rakennekerrokset otetaan työn alle. Ainoastaan hyvin pienet tai ahtaat täytöt on tarkoituksenmukaista tiivistää kapasiteetiltaan paljon pienemmällä tärylevyllä. Tiivistysjyriä on olemassa paljon erityyppisiä, muun muassa kumipyörävetoisia täryjyriä, valssivetoisia täryjyriä, kumipyöräjäyriä sekä sorkkajyriä. Jyrän tyyppi ja kokoluokka valitaan tiivistettävien maa- tai kiviaineskerrosten paksuuden ja muiden ominaisuuksien perusteella. Usein jyrän käyttö työmaalla on vain ajoittaista, mutta tarpeen tullessa se on oltava kuitenkin heti saatavilla. Jyrä saattaa siis olla välillä työmaalla käyttämättömänä pitkiäkin aikoja. Tämän takia kohdeyrityksen urakoissa yhtiön oma jyrä on yleensä etusijalla valinnassa, koska siitä ei aiheudu kiinteitä vuokrakustannuksia. Mikäli oma jyrä ei ole vapaana, seuraava vaihtoehto on vuokrajyrä, jota ajaa tarpeen mukaan joku työmaan henkilöstöstä.

Infrarakennusurakoiden sisältöön kuuluu usein olennaisena osana työmaan sisäinen maamassojen siirtäminen paikasta toiseen. Lähes poikkeuksetta ylimääräisiä

maamassoja joudutaan viemään myös työmaan ulkopuolelle esimerkiksi läjitysalueille tai meluvalleihin. Urakan aloitusvaiheessa on olennaista optimaalisen kuljetuskaluston kiinnittäminen urakkaan. Oikealla kuljetuskaluston valinnalla saadaan kaivuu- ja kuormaustyöt sujuviksi ja siten laskettua kokonaiskustannuksia. Kuljetuskaluston valinnassa tärkeitä kriteereitä ovat mm. työkohteen suuruus, kuljetus-, kuorma- ja purkuolosuhteiden vaikeusaste, kuljetustien laatu sekä kuljetettava materiaali (Lindqvist ja Kallio, s. 30). Työmaalta poisajettavien ylijäämämaiden kuljetuskalustoksi ovat usein vaihtoehtoina kuorma-autot tai tieliikenteeseen soveltuvat traktorit kippikärryineen. Kuorma-autot ovat yleensä kaupunkialueella tehokkaampi vaihtoehto, mutta mikäli ajomatka on lyhyt, läjitys- tai kuormausalue on huonokuntoinen ja muu liikenne on vähäistä, traktorit voivat olla parempi vaihtoehto. Mikäli leikkausmassoja täytyy siirtää suuria määriä työmaan sisäisesti, hyvä vaihtoehto kuljetukseen ovat dumpperit. Tämä edellyttää kuitenkin, että ajoreiteillä ei tarvitse käyttää yleisen liikenteen käytössä olevia väyliä. Dumppereilla ei nimittäin saa käytännössä ajaa kuormattuna yleisillä teillä. Silloin kun ajomatka työmaalta maan läjitysalueelle on pitkä, kannattaa aina selvittää vaihtoehto, jossa maat ajetaan pois kasettiautoilla. Kannattavuus paranee entisestään, mikäli paluukuormina on mahdollista tuoda työmaan tarvitsemia maa- tai kiviaineksia. Tämä edellyttää kuitenkin läjitys- ja ottoalueiden sijaintia samalla suunnalla.

Tiettyjen työvaiheiden toteuttamiseen tarvitaan usein hieman erikoisempaakin kalustoa. Työkoneita, jotka toteuttavat yleensä vain tarkasti rajatun työvaiheen, ovat esimerkiksi puskutraktori, monitoimikone, ajokone, risunkeräysauto, kannonjyrsin, pontinlyöntikone, paalutuskone, louhintakalusto sekä alitusporauskalusto. Kohdeyritys toteuttaa nämä työt enimmäkseen alihankintana. Urakan aloitusvaiheessa näiden työvaiheiden toteutusaikataulut on sovittava valittujen alihankkijoiden kanssa, jotta he voivat varata tarvittavan kaluston työhön. Alihankkijoilta on selvitettävä myös näiden työkoneiden kapasiteetit ja työn tekemisen edellytykset yleisaikataulun laatimista varten.

Liikenteenohjaus- ja pienkalusto

Infrarakennustyömaalla tarvitaan työaikaista liikenteenohjauskalustoa aina silloin, kun työalue sijaitsee yleisellä liikenteellä olevien väylien läheisyydessä. Mikäli urakka sisältää kaivantotöitä tai tarvetta työalueen rajaamiselle, tarvitaan myös erilaisia suoja-aitoja. Urakan eri vaiheisiin laaditaan työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat sekä

aluesuunnitelmat, joiden perusteella määritellään tarvittava liikenteenohjaus- ja suojauskaluston määrä. Usein tarvittavaa kalustoa ovat esimerkiksi työnaikaiset liikennemerkkit ja opasteet, sulkuaidat, sulkupylväät, varoitusvilkut, kevytsuoja-aidat sekä raskassuoja-aidat. Liikenteenohjauskaluston täytyy olla aina kyseisen kohteen toimintaympäristöluokkaa (S3, S2 ja S1) vastaavaa. Toimintaympäristöluokka yhdessä urakkakohtaisten määräysten kanssa määrää urakassa käytettävän liikenteenohjauskaluston tason. Kohdeyrityksellä on käytettävissään omaa liikenteenohjauskalustoa varsin kattava määrä, joten urakan aloitusvaiheessa tulee ensin selvittää, mitä kalustoa on vapaana. Puuttuva kalusto hankitaan joko vuokraamalla tai ostamalla, mikäli se arvioidaan järkevämmäksi vaihtoehdoksi. Mikäli kalustoa päädytään hankkimaan ostamalla, on toimitusaikoihin kiinnitettävä erityistä huomiota, ettei töiden aloitus viivästy liikenteenohjauskaluston puutteiden takia.

Työvaiheista riippuen, infrarakennustyömaalla tarvitaan lähes poikkeuksetta myös monipuolista pienkalustoa sekä työkaluja. Urakan aloitusvaiheessa on pyrittävä selvittämään omana työnä tehtävissä työvaiheissa tarvittavan pienkaluston ja työkalujen laatu ja määrä. Kohdeyrityksen työmailla on tyypillisesti tarvittu esimerkiksi tärylevyjä, uppopumppuja, kaapelitutkia, metallinilmaisimia, nostoapuvälineitä, käsityökaluja, työmaasähkökeskuksia, jatkojohtoja, aggregaatteja, 3D-koneohjauksen tukiasemia, taso- ja putkilasereita sekä betoniporia ja -sahoja. Kaluston hankinnassa täytyy ensin selvittää, onko yhtiön omaa kalustoa vapaana. Mikäli sitä ei löydy, pienkalustoa vuokrataan rakennuskonevuokraamoista tai vaihtoehtoisesti hankitaan ostamalla. Pienkalustoa tuodaan työmaalle sitä mukaa kun niiden tarve alkaa, mutta ei kuitenkaan tarpeettoman aikaisin. Tarpeen loputtua on tärkeää, että etenkin vuokrakalusto viedään viipymättä pois, jotta vältetään ylimääräisiltä vuokrakustannuksilta. Kuitenkin, mikäli kyseisen kaluston tarpeessa on vain välipäiviä, täytyy punnita kuljetuskustannusten ja päivävuokrien suhdetta. Myöskään yhtiön omaa kalustoa ei kannata seisottaa turhaan työmaalla, koska tällöin jokin muu työmaa voi joutua turvautumaan vuokrakalustoon.

Vuokrakalusto

Vuokrakaluston käyttäminen on suosittua monilla infrarakentamiseen keskittyvillä rakennusliikkeillä. Tämä johtuu muun muassa toimialan vahvasta sesonkiluonteisuudesta, jolloin työmailla tarvittavan kaluston määrä vaihtelee voimakkaasti. Vuokrakaluston käyttäminen vähentää yrityksen tarvetta sitoa pääomaa

kaluston hankintaan, huoltamiseen ja hallinnointiin. Kohdeyrityksen toimintamallin mukaisesti kalustotarpeen ilmetessä selvitetään ensin, onko yhtiön omaa sopivaa kalustoa vapaana tai vapautumassa. Mikäli omaa kalustoa ei ole vapaana, tehdään päätös siitä, hankitaanko tarvittava kalusto ostamalla vai vuokraamalla. Lähes kaikkia edellisessä kappaleessa mainittuja työkaluja ja pienkalustoa joudutaan ajoittain hankkimaan vuokraamalla. Niiden lisäksi vuokrataan paljon esimerkiksi kevyt- ja raskassuoja-aitoja, liikenteenohjauskalustoa sekä työkoneita. Kohdeyrityksen kalustovuokraus perustuu vuosisopimuksiin, joita solmitaan alueella toimivien rakennuskonevuokraamoiden kanssa. Ennen kaluston vuokraamista on selvitettävä, mikä on sen hetkinen ensisijainen sopimusvuokraamo, josta kalustoa kysytään. Kalustoa voidaan hankkia tarvittaessa myös muista vuokraamoista, mikäli ensisijainen vuokraamo ei sitä pysty toimittamaan.

3.2.7 Ympäristövastuullisuus

Urakan aloitusvaiheessa ympäristövastuullisuutta toteutetaan lähinnä huolellisella ennakkosuunnittelulla. Työmaan negatiivisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi tehtävät toimenpiteet kerrotaan työmaan ympäristösuunnitelmassa. Työmaan ympäristösuunnitelma voi olla oma asiakirjansa, tai se voidaan sisällyttää työmaakohtaiseen laatusuunnitelmaan. Ympäristösuunnitelman liitteenä voi olla tarvittaessa erillisiä suunnitelmia liittyen ympäristöriskien hallintaan, kuten jätteidenkäsittelysuunnitelma ja massansiirtosuunnitelma.

Työmaan ympäristösuunnitelma

Kohdeyrityksen työmaan ympäristösuunnitelma sisältyy työmaakohtaiseen laatusuunnitelmaan. OMV Oy:n työmaakohtaisen laatusuunnitelman (s. 16-17) mukaan työmaatoiminnan merkittävimpiä ympäristövaikutuksia aiheuttavia tekijöitä pyritään kartoittamaan etukäteen ja varautumaan niiden ennaltaehkäisyyn. Ympäristöasioista tiedotetaan työntekijöille ja aliurakoitsijoille aloituspalaverissa. Ympäristön yleiseen siisteyteen kiinnitetään jatkuvaa huomiota. Kaikilla työmaalla työskentelevillä henkilöillä on velvollisuus ilmoittaa havaitsemansa ympäristöriskit työmaan johdolle. Lisäksi ympäristösuunnitelmassa luetellaan työmaakohtaisesti tärkeimmät tunnistetut ympäristöriskit ja toimenpiteet, joilla nämä riskit pyritään minimoimaan. Eräitä tyypillisiä infrarakennustyömaan ympäristöriskejä:

- Öljyä tai polttoainetta pääsee valumaan ympäristöön.
- Melun, värinän ja pölyn aiheuttamat haitat ympäristölle.
- Työmaaliikenteen aiheuttamat haitat.
- Jätteiden käsittely.

Urakan jätevirtojen hallinta

Infrarakentajan toimintaa säätelevät useat eri lait, kuten ympäristönsuojelu-, maa-aines-, jäte-, maankäyttö- ja rakennus- sekä vesilaki. Nämä lait asettavat paljon velvoitteita ympäristönsuojelun suhteen pääurakoitsijana toimivalle yhtiölle. Infrarakennusurakoiden eräs merkittävä osa-alue ympäristönsuojelun kannalta on rakentamisen yhteydessä syntyvien purku- ja muiden jätteiden hallinta. Tyypillisimpiä infrarakennusurakassa syntyviä jätteitä ovat jätteen sekaiset maat, pilaantuneet maat, asfaltinkappaleet, puretut betoniputket ja -kaivot, puretut muoviputket ja -kaivot, valurautaputket, betoninpalat, betonikivet, graniittikivet, puujäte, kannot, risut, muoviputkien pätkät, puretut routaeristeet, puretut kaapelit ja katuvalaisimet, puretut liikennemerkkit ja opasteet, pakkausjäte sekä sekajäte työmaatukikohdasta. Pääurakoitsijan on selvitettävä ennen rakennustöiden aloittamista kaikki työmaalla syntyvät jätelajit ja niiden määrät mahdollisimman tarkasti. Urakan laskentavaiheessa on yleensä jo tehty alustava arvio urakassa syntyvien jätelajien määristä ja niiden mahdollisista vastaanottopaikoista. Urakassa purettavat rakenteet ja niiden määrä selvitetään suunnitelmista ja määräluetteloista. Toisinaan maan alta kuitenkin löytyy myös yllättäviä rakenteita, jotka täytyy purkaa, jolloin ne muuttuvat jätteeksi. Jätelajille osoitettava vastaanottopaikka täytyy määrittellä viimeistään ennen kyseistä jätettä tuottavan työvaiheen alkamista. Mikäli jätelajille löytyy useampi vaihtoehtoinen vastaanottopaikka, valinta niiden välillä tehdään kokonaisedullisuus arvioiden. Tällöin otetaan huomioon ainakin vastaanottopaikassa perittävät vastaanottomaksut sekä kuljetusetäisyys. Eri jätelajit on lajiteltava mahdollisuuksien mukaan jo työmaalla mahdollisimman tarkoin. Lajittelu on lakisääteistä toimintaa ja kannattavaa jo senkin vuoksi, että asianmukaisesti lajitellun jätteen jätemaksut ovat usein pienemmät. Lajittelun tärkeys korostuu sitä enemmän, mitä suuremmista jätemääristä on kyse. Lajittelua voidaan toteuttaa työmaalla esimerkiksi tuomalla paikalle useampia jätelavoja eri jätelajeille. Urakassa syntyneistä jätteistä tulee pitää kirjanpitoa, jotta urakan lopuksi voidaan laatia jäteilmoitus, mikäli tilaaja sitä vaatii.

Massansiirtosuunnitelma ja ylijäämämaat

Työmaakohtaisen massansiirtosuunnitelman laatiminen tulee kyseeseen silloin, kun urakkaan kuuluu sekä maa- tai kalliioleikkauksia, että -pengerryksiä vähäistä suurempi määrä. Lindholmin ja Junnosen (2012, s. 16-20) mukaan massatalous jaetaan suunnitteluvaiheen ja tuotantovaiheen massatalouteen. Suunnitteluvaiheessa tehdään isot massojen käyttöön vaikuttavat suunnitteluratkaisut, kuten esimerkiksi tiehankkeen linjaus sekä tasaus ja tuotantovaiheessa tehdään massojen siirron suunnittelu. Perusideana massansiirtojen suunnittelussa on pyrkiä lopputulokseen, jossa massoja siirretään mahdollisimman vähän, kuljetusetäisyydet ovat lyhyitä ja turhat siirrot estetään. Tuotantovaiheen massatalouden suunnittelussa on kolme päävaihetta:

- massansiirtosuunnitelman tekeminen,
- massansiirtosuunnitelman yhdistäminen aikatauluun,
- massataloutta parantavien toimenpiteiden suunnittelu ja toteuttaminen.

Tyypillisesti massansiirtosuunnitelmassa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- kaikki käyttökelpoiset massat käytetään oikein,
- kelvottomia massoja leikataan mahdollisimman vähän,
- massojen välivarastointia vältetään,
- penkereitä rakennetaan mahdollisimman vähän,
- vuodenaikojen vaikutus otetaan huomioon,
- otetaan huomioon alueen muut maarakennuskohteet, joista voidaan saada massoja tai joihin voidaan toimittaa ylijäämämassoja,
- pyritään mahdollisimman lyhyisiin kuljetusmatkoihin,
- suositaan meno-paluukuljetuksia.

Tutkijan mielestä massansiirtosuunnitelma on yksinkertaisimmillaan päätös siitä, että mihin työmaalta ylijäävät maamassat ajetaan. Puhtaat maa-ainekset käytetään ensisijaisesti työalueen pengerryksiin, luiskatäyttöihin ja aluetäyttöihin. Ylimääräiset maa-ainekset siirretään esimerkiksi muille työmaille, meluvalleihin tai muille luvallisille läjitysalueille. Urakan aloitusvaiheessa tulisi pyrkiä löytämään tällaisia paikkoja mahdollisimman läheltä työmaata, jolloin massojen kuljetuskustannuksissa voidaan päästä suuriinkin säästöihin. Läjitysalueen kokonaisedullisuuteen vaikuttavat

ajomatkan lisäksi mahdollisesti perittävät vastaanottomaksut tai muut vastaanottamisen aiheuttamat kulut.

Jätelaissa (finlex.fi 17.6.2011/646 5 §) jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Jätelain soveltamisalan rajausta koskeva harkinta on tehtävä kokonaisarvioinnilla. Jos arviointiperusteet täyttyvät, maa-ainesta ei pidetä jätelain tarkoittamana jätteenä. Rakentamistoimien aikana kaivettu pilaantumaton maa-aines, joka hyödynnetään varmasti ja suunnitelmallisesti ilman merkittäviä muuntamistoimia, ei pääsääntöisesti ole jätettä, eikä hyödyntämiseen tällöin liity myöskään ympäristönsuojelulain mukaisia hyväksymismenettelyitä. Jos kaivettu maa-aines sisältää merkittävän määrän muuta jätettä, kuten esimerkiksi rakennus- ja purkujätettä (betonia, asfalttia, tiiltä, eristemateriaalia, muovia, kantoja, jne.) tai tuhkaa, eikä maa-ainesta voida erotella muusta jätteestä, koko jäte-erä luokitellaan sekalaiseksi rakennus- ja purkujätteeksi.

3.2.8 Työmaan perustaminen

Työmaan perustamisen voidaan ajatella tarkoittavan sellaisten edellytysten luomista maastoon työalueelle, että urakkaan kuuluvat työt voidaan aloittaa turvallisesti ja tehokkaasti. Siihen kuuluvat esimerkiksi työmaatukikohdan ja varastoalueiden perustaminen, työnaikaisen sähköverkon rakentaminen sekä mittausperustan luominen. Työmaan perustamiseen voidaan ajatella kuuluvaksi myös uuden työmaan luominen yhtiön käyttämiin sähköisiin järjestelmiin. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi taloushallinto-, tuntikirjaus- ja projektinhallintajärjestelmät. Työmaan perustaminen järjestelmiin on tehtävä viimeistään silloin, kun kuluja ja työsuoritteita alkaa kohdistua kyseiselle urakalle.

Työmaatukikohta

Työmaatukikohta koostuu yleensä erilaisista taukokonteista tai -vaunuista, toimistokonteista sekä varastokonteista. Tukikohtia voi olla yksi tai useampia riippuen työmaan laajuudesta. Työmaatukikohdan perustamisvelvollisuus jokaiselle työmaalle perustuu muun muassa valtioneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta (finlex.fi VNa205/2009). Rakennustyömaiden henkilöstötilojen vähimmäisvaatimukset säädetään asetuksen pykälässä 79 §. Urakan aloitusvaiheessa pääurakoitsijan on

selvitettävä paras mahdollinen sijainti työmaatukikohdalle. Tukikohdan tulisi sijaita ensisijaisesti urakka-alueella, koska tällöin erillisiä vuokrakustannuksia alueesta ei yleensä koidu. Tukikohta voidaan perustaa myös erikseen maanomistajalta vuokratulle alueelle, mikäli sopivaa paikkaa urakka-alueelta ei löydy. Sijainnin tulisi olla kuitenkin keskeinen urakka-alueen suhteen, etenkin mikäli urakka-alue on kooltaan laaja. Sijoittamisen tulisi olla myös sellainen, että tukikohtaa ei tarvitse siirtää urakan aikana, eli sijoituspaikalla ei suoriteta esimerkiksi mitään infrarakennustöitä. Työmaatukikohtaan tarvitaan myös sähköt, joten työnaikaisen sähköliittymäpaikan läheisyys on yksi tärkeä sijaintia määrittelevä tekijä.

Työmaatilojen hankinnassa täytyy harkita, käytetäänkö yhtiön omia, vai vuokrattavia tiloja. Kohdeyrityksen toimintamallissa selvitetään ensin, onko yhtiön omia tarkoitukseen soveltuvia työmaatiloja vapaana. Mikäli näin ei ole, tilat vuokrataan ensisijaisesti rakennuskonevuokraamosta. Työmaalla tarvittava henkilöstötilojen määrä ja varustelu riippuu työmaan työntekijöiden lukumäärästä. Henkilöstötiloista säädetään työministeriön päätöksessä rakennustyömaiden henkilöstötiloista (finlex.fi 977/1994). Päätöksen mukaan henkilöstötilojen perusvarustukseen kuuluvat ainakin pöydät ja tuolit ruokailua varten, lukittava kaappi jokaiselle työntekijälle, pukeutumistilaa, puhdasta juomavettä, mikroaaltouuni sekä jääkaappi.

Työmaatoimistossa luodaan, säilytetään ja päivitetään työmaahan liittyviä dokumentteja. Infrarakennusurakoissa on yleensä käytössä myös urakan osapuolten kesken yhdessä sovittu pilvipalvelu tai projektipankki. Esimerkiksi laatu- ja turvallisuusdokumentaatio tallennetaan sinne, jotta hankkeen eri osapuolet voivat vaivatta tarkastella niitä. Eräs yhteisellä rakennustyömaalla pakollinen dokumentti, jota pääurakoitsijan tai muun päätoteuttajan tulee ylläpitää heti urakan aloituksesta lähtien, on työmaan henkilöluettelo. Henkilöluettelon ylläpitäminen yhteisellä rakennustyömaalla perustuu rakennustyön turvallisuudesta annettuun valtioneuvoston asetukseen sekä työturvallisuuslakiin. Henkilöluetteloon tulee kirjata kaikki työmaalla työskentelevät omat työntekijät, itsenäiset työnsuorittajat, aliurakoitsijoiden työntekijät sekä tilaajan edustajat. Luettelossa tulee olla kirjattuna työntekijän nimi, työnantaja, ammatti, annetun työmaaperehdytyksen päivämäärä, veronumero, syntymäaika sekä voimassa olevat pätevyudet.

Varastointi työmaalla

Infrarakennustyömaalla tarvitaan usein suuria määriä tilaa vieviä rakennusmateriaaleja sekä lukuisia työkaluja ja -välineitä. Urakan aloitusvaiheessa pääurakoitsijan täytyy päättää ensisijaiset materiaalien ja työvälineiden varastointipaikat. Tarvittava varastointipaikkojen laajuus määräytyy työmaalla samanaikaisesti säilytettävän materiaalin ja työvälineiden määrän mukaan. Arvokkaat työkalut ja -välineet sekä rakennusmateriaalit säilytetään lukittavissa varastokonteissa. Varastokontit voidaan sijoittaa työmaan laajuuden mukaan joko työmaatukikohtaan tai tarvittaessa lähemmäksi työkohteita. Kontteja hankitaan riittävä määrä työmaalle urakan aloitusvaiheessa. Kohdeyrityksen toimintamallissa selvitetään ensin yhtiön omien varastokonttien saatavuus kohteeseen. Mikäli kontteja ei ole vapaana, asiassa käännytään ensisijaiseksi sovitun rakennuskonevuokraamon puoleen. Enemmän tilaa vievät rakennusmateriaalit säilytetään työmaan varastoalueilla, joita perustetaan yksi tai useampia työmaan laajuuden mukaan. Varastoalueet tulisi sijoittaa ensisijaisesti urakka-alueelle ylimääräisten maanvuokrakulujen välttämiseksi. Ylimääräistä materiaalien siirtelyä tulee välttää, eli varastoalueet suunnitellaan siten, että materiaali saadaan siirrettyä yhdellä siirrolla varastoalueelta työkohteeseen. Varastoalueelle tulee olla selkeät ja riittävän leveät kulkutiet helpottamaan kuormien purkamista ja tavaroiden siirtämistä. Varastoalueet tulee aidata tarvittaessa, kuten ainakin niiden sijaitessa vilkkaalla kaupunkialueella.

Työmaan sähköistys

Työmaan sähkön tarpeen arvioiminen on tärkeä urakan aloitusvaiheessa tehtävä toimenpide. Ennen töiden aloitusta on arvioitava urakkaan kuuluvien työvaiheiden suorittamiseen tarvittava sähkövirran määrä, kulutuspaikat ja kestoajat. Infrarakennustyömailla sähköä voidaan tarvita esimerkiksi työmaatukikohtaan, sähkötyökalujen käyttöön, veden pumppaukseen, sulatukseen, lämmitykseen, valaistukseen ja liikenteenohjauslaitteisiin. Mikäli työkohteen sähköntarve ei ole jatkuvaa, vaan osoittautuu vähäiseksi ja lyhytkestoiseksi, se on todennäköisesti edullisempaa toteuttaa aggregaateilla. Pidempiaikaisen tarpeen ilmetessä on selvitettävä työalueen läheisyydessä olevat yleisen sähköverkonosat, mihin on mahdollista kytkeä työmaa-aikainen sähköliittymä. Tällaisia paikkoja voivat olla erilaiset muuntamot, jakokaapit ja pylvää. Paikallinen sähköntoimittaja antaa pyydettyä tietoa

mahdollisista työmaa-aikaisten sähköliittymien liittymiskohdista. Yleensä ainakin työmaatukikohta on hyvä saada verkkovirran piiriin, jotta sähkönlaatu olisi mahdollisimman tasainen ja katkeamaton.

Työmaakeskus, johon liittymä kytketään, sisältää sähkömittarin ja se yleensä vuokrataan sähköntoimittajalta. Työmaan sähköverkon rakentaminen mittarikeskukselta eteenpäin on sähkönkäyttäjän, eli urakoitsijan vastuulla. Väliaikaisen sähköverkon muodostavat työmaakeskukset ja niitä yhdistävät pistokytkimin varustetut kaapelit, eli jatkojohdot. Kohdeyrityksen toimintamallin mukaisesti selvitetään ensin oman sähköistyskaluston saatavuus kohteeseen. Mikäli omaa kalustoa ei ole riittävästi vapaana, tehdään päätös alakeskusten ja jatkojohtojen hankinnasta joko ostamalla tai vuokraamalla. Työmaan sähköverkosta laaditaan suunnitelma, jossa esitetään vähintäänkin työmaa-aikaisten sähköliittymien sijainnit ja pääsulakekoot, alakeskusten sijainti ja koko, jatkojohtojen reitit ja koot sekä sähkön tärkeimmät käyttöpaikat ja -tarkoitukset. Työmaan sähköverkon suunnitelma voi olla osa työmaan aluesuunnitelmaa, mikäli verkko ei ole kovin monimutkainen. Kaikkien työmaan väliaikaistenkin sähköasennusten on oltava sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta pykälän 75 § mukaisia. Työmaan sähköverkon turvallisessa toteutuksessa on huomioitava esimerkiksi sähkökeskusten suojaus ja telineet sekä jatkojohtojen liitoskohtien ylösnostot ja suojaukset.

Työmaamittaukset

Infrarakentamisen kokonaisurakoiden toimitukseen sisältyvät lähes poikkeuksetta tarvittavat mittaukset, joilla urakkaan kuuluvat rakenteet kyetään toteuttamaan toleranssien mukaisesti. Rakenteet mitataan paikoilleen mittalaitteisiin syötettävän mittausaineiston perusteella. Kokonaisurakassa mittausaineisto saadaan tilaajalta, kun taas ST-tyyppisissä urakoissa pääurakoitsija tekee sen omana työnään. Kokonaisurakan aloitusvaiheessa pääurakoitsija pyytää urakan mittausaineiston tilaajalta tai suunnittelijalta. Mittausaineisto välitetään mittavastaavalle tai mittakonsultille ja samalla sovitaan urakassa tarvittavien mittauksen suorittamisesta. Seuraavassa vaiheessa mittavastaava tai mittakonsultti tarkastaa mittausaineiston huolellisesti. Mikäli mittausaineistossa ilmenee virheitä tai puutteita, asiasta on oltava viipymättä yhteydessä tilaajaan. Mittausaineiston läpikäymiseen kuuluu myös koneohjausmallien tarkastaminen, mikäli ne kuuluvat tilaajan toimitukseen. Yleensä jo laskentavaiheessa

on määritelty, toteutetaanko hankkeessa tarvittavat mittaukset mallipohjaisesti vai jollain muulla tavoin. Nykyään lähes poikkeuksetta ainakin jossain urakan työvaiheessa mallipohjaisesta toteutuksesta koituu niin merkittäviä hyötyjä, että sitä päädytään käyttämään urakan alusta asti. Mikäli urakan toteuttamiseen tarvittavat koneohjausmallit eivät kuulu tilaajan toimitukseen, urakoitsijan täytyy tehdä tai teettää ne urakan aloitusvaiheessa.

Infrarakennusurakoissa on tyypillistä, että osa rakenteista, esimerkiksi alus- ja päällysrakenne mitataan paikalleen hyödyntäen GNSS-, eli satelliittipaikannustekniikkaan pohjautuvaa mittausta. Hieman tarkempaa mittaustapaa, eli perinteistä takymetrimittausta sen sijaan hyödynnetään usein esimerkiksi betonirakenteiden, asfaltoinnin ja reunakivien paikalleen mittauksessa sekä toteumamittauksessa. Takymetri-mittaukseen joudutaan turvautumaan toisinaan myös silloin, mikäli työkohteesta ei ole esimerkiksi puuston tai rakennusten takia GNSS-järjestelmän vaatimaa esteetöntä taivasnäkyä. Urakan aloitusvaiheessa työalueelle on aina rakennettava tehtäviin töihin nähden riittävä mittausperusta, mikäli sitä ei ole rakennettu jo aiemmin. Mittausperusta muodostuu hankkeen alueelle rakennetuista pysyvistä kiintopisteistä ja niille geodeettisin mittauksin tuotetuista tasokoordinaateista ja korkeuksista. Mittausperustan avulla sidotaan kaikki hankkeen maastossa tehtävät mittaukset käytettävään tasokoordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään. (Liikennevirasto 2017, s. 8)

Mikäli urakassa päädytään hyödyntämään mallipohjaista mittausta, on ennen töiden aloittamista päätettävä koneohjausjärjestelmän tarvitseman korjaussignaalin tuottamistapa. Korjaussignaali voidaan tuottaa järjestelmään joko verkkokorjauksella eli VRS RTK-palvelulla tai työmaan läheisyyteen tuotavalla tukiasemalla. Käytettäessä VRS RTK-tukiasemaverkkoa signaalinkorjaukseen, työmaalle ei tarvitse tuoda omaa tukiasemaa. Työmaalle tuotava tukiasema taas koostuu yleensä paikanninyksiköstä, radiosta, radioantennista sekä GNSS-antennista. Tukiasemien saatavuus työmaalle täytyy selvittää hyvissä ajoin ennen töiden aiottua aloitusajankohtaa. Kohdeyrityksen tapauksessa tarvittavat tukiasemat on yleensä vuokrattu mittakonsultilta työmaan ajaksi. Tarvittava tukiasemien määrä riippuu työmaan laajuudesta. Tukiaseman enimmäisetäisyys siihen yhdistettävistä työkoneista täytyy selvittää tukiaseman toimittajalta. Käytännössä toimintaetäisyys vaihtelee huomattavasti, eli noin 0,5-3 km välillä riippuen esimerkiksi alueen mäkisyydestä. Samaa tukiasemaa voivat käyttää

kaikki työkoneet, jotka vain ovat kantaman sisällä. Koneohjausjärjestelmän tarkkuutta seurataan työmaalle perustettavien kontrollipisteiden avulla. Kontrollipisteille mitataan tarkka xyz-sijainti, jota voidaan verrata työkoneiden koneohjausjärjestelmien antamiin sijaintitietoihin. Kaikkien työmaalle saapuvien mallipohjaista rakentamista hyödyntävien työkoneiden mittalaitteet täytyy kalibroida, sekä niiden tarkkuus täytyy varmistaa mittavastaavan toimesta heti kun ne saapuvat työmaalle.

3.3 Haastattelututkimus

Ennen haastatteluiden järjestämistä kaikki haastateltavat eli informantit saivat vastattavakseen kyselytutkimuksen. Jokainen informantti vastasi kyselytutkimukseen itsenäisesti. Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli alustaa informanteja etukäteen tutkimuksen aiheeseen, jolloin varsinaiseen haastattelutilanteeseen valmistautuminen olisi helpompaa. Kysymyksillä kartoitettiin informanttien työkokemusta sekä kokemuksia urakan aloitusvaiheiden toteuttamisesta kohdeyrityksessä. Kyselytutkimuksen vastauksia käytettiin myös pohjatietona laadittaessa varsinaisen haastattelututkimuksen kysymyksiä. Haastattelututkimuksen kysymysasettelu pyrittiin tekemään niin, että mahdollisia ongelmakohtia toiminnassa saataisiin nostettua esiin.

3.3.1 Haastatteluteemat ja informantit

Haastattelut toteutettiin teemamuotoisina parihaastatteluina. Informanteja (Taulukko 2) oli kuusi, joten haastattelut saatiin vietyä läpi kolmella kerralla. Toteutusmuodoksi valittiin parihaastattelu, jotta teemoista syntyisi enemmän vapaamuotoista keskustelua. Teemat haastattelulle muodostettiin teoriaosuudessa tunnistettujen infrarakennusurakan perusedellytysten mukaisesti. Teemat ovat yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio, kustannusten hallinta, laadun hallinta, turvallisuus, resurssit ja hankinta, ajallinen hallinta sekä ympäristövastuullisuus. Teemoja on siis seitsemän kappaletta, joista kussakin on 3-5 kysymystä. Teemojen mukaan jaotellut kysymykset ovat luonteeltaan enemmän keskustelua avaavia, kuin tarkkoja kysymyksiä, joihin pitäisi antaa täsmällinen vastaus. Kaikki haastattelut tallennettiin äänitallentimella jälkikäteen tapahtuvan analysoinnin helpottamiseksi.

Taulukko 2. Informanttien työkokemus.

HAASTATELTAVA	POSITIO	TYÖKOKEMUS V. KOHDEYRITYKSESSÄ	TYÖKOKEMUS V. TEHTÄVÄLTÄ YHTEENSÄ
INFORMANTTI 1	LASKENTAPÄÄLLIKKÖ	23	32
INFORMANTTI 2	KULJETUSPÄÄLLIKKÖ	15	20
INFORMANTTI 3	TYÖMAAPÄÄLLIKKÖ	20	21
INFORMANTTI 4	TYÖMAAPÄÄLLIKKÖ	7	16
INFORMANTTI 5	TYÖMAAPÄÄLLIKKÖ	4	8
INFORMANTTI 6	TYÖMAAPÄÄLLIKKÖ	2	5

3.3.2 Kysymysten asettelu teemoittain ja kooste vastauksista

Teema 1: Yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio

Kokonaisurakan kolme tärkeintä osapuolta ja miksi?

Informanttien kesken vallitsee konsistenssi siitä, että ainakin pääurakoitsijan näkökulmasta tarkasteltuna urakan kaksi tärkeintä osapuolta ovat tilaaja ja pääurakoitsija. Tilaaja on hankkeen mahdollistaja ja pääurakoitsija toteuttaa sen. Kolmanneksi tärkeimmästä osapuolesta ilmeni eriäviä mielipiteitä viranomaisten, suunnittelijoiden ja kolmansien osapuolten välillä. Kolmanneksi tärkein osapuoli vaihtelee urakkakohtaisesti, esimerkiksi tietyissä paikoissa toimiessa viranomaisten vaatimukset saattavat näytellä todella suurta roolia urakan toteuttamisessa.

Tärkeimmät huomioitavat asiat urakan osapuolten välisessä kommunikaatiossa?

Tärkeä asia urakan osapuolten välisessä kommunikaatiossa on selkeä vastuutus, eli jokaisella hankkeen osapuolella on nimetty vastuhenkilö sekä myös hankkeeseen perehtynyt varahenkilö. Tärkeää on myös kaikkien osapuolten vastuuhenkilöiden hyvä tavoitettavuus. Informantti 6 sanoin ”pitäisi olla tiedossa, että kenen kanssa hoidetaan mitään asioita ja mikä asia on kenenkin vastuulla”. Sovittujen asioiden varmistaminen kirjallisesti, jotta ne ovat todennettavissa myös jälkikäteen. Ulkoisten sidosryhmien tunnistaminen sekä oikea-aikainen ja tehokas tiedotus joko tilaajan tai urakoitsijan

toimesta. Tilaajan kanssa on sovittava etukäteen kolmansien osapuolten tiedottamisen vastuutus, laajuus ja tiedotustavat. Tilaajan osallistaminen tiedottamiseen mahdollisuuksien mukaan.

Millaisilla käytännön toimilla voitaisiin tehostaa ja helpottaa yhteistoiminnallisuutta ja kommunikaatiota?

Käytännön toimina mainittiin kattavat yhteystietolistat, riittävä määrä yhteistoimintaa eli palavereja ja katselmuksia osapuolten kesken, vastuuhenkilöiden vaihtuvuuden vähäisyys, tilaajan aktiivinen valvonta työmaalla, tilaajan ja pääurakoitsijan väliset palaverit, pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden väliset palaverit, tiedotteet sekä WhatsApp-ryhmät tiedottamista varten alueen asukkaille ja muille toimijoille.

Teema 2: Kustannusten hallinta

Tärkeimpiä kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä, joihin voidaan vaikuttaa urakoissa?

Tärkeimpiä kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä informanttien mielestä ovat massatalouden ja -siirtojen onnistuminen, resurssien, eli konemiesten, rakennusmiesten ja automiesten ammattitaito ja sopiva määrä sekä työntekijöiden vaihtuvuuden määrä. Maanajokalustoa on saatava työmaalle aina tilauksen mukaisesti ja jos sitä ei tule, niin tieto siitä on tultava työnjohtajalle. Informantti 1 mielestä ”jos mestari tilaa työmaalle neljä autoa, niin sillä pitää olla ne neljä autoa, eikä ne saa lähteä pois kesken kaiken”. Muita tärkeitä tekijöitä ovat suunnitelmien paikkansapitävyys, onnistuneet hankinnat, massojen kierrätys soveltuviin paikkoihin, työn vaiheistus, työmenetelmät sekä töiden sujuva ja jatkuva eteneminen.

Miten varmistetaan, että urakan laajuus ja kustannukset pysyvät sopimusperusteisessa laajuudessa?

Varmistuskeinoja ovat urakan toteutuvan laajuuden tarkka ja jatkuva seuranta suunnitelmiin verraten. Tilaajalle ilmoitus muutoksista ja tilaajan nopea reagointi. Työnjohtajalla pitäisi olla riittävästi aikaa suunnitelmiin perehtymiseen ja määräeseurantaan. Todentamisen menetelmät on sovittava etukäteen tilaajan kanssa, esimerkiksi mallipohjaisen rakentamisen kautta todentaminen on helpottunut. Työnjohtajien käyttöön tulisikin hankkia GNSS-sauvat maastossa tehtävää seurantaa ja

mittausta varten. Tehtyjen lisä- ja muutostöiden päivittäinen merkintä työmaapäiväkirjaan ja työntekijöiden osalta tuntikirjoihin. Tuntikirjausta voisi kehittää litterakohtaiseksi. Aloituskokouksessa käytävä läpi urakan laajuus, joka periytetään työntekijöille, eli heillä pitäisi olla aina tarkka tieto siitä, että mikä työ kuuluu urakkaan ja mikä on lisätyötä.

Miten työnjohdon kustannus seurannan mahdollisuuksia voitaisiin parantaa yhtiössämme?

Kustannus seuranta tapahtuu vertailemalla päiväkirjaan kirjattuja tehtyjä työmääriä yhtiön kustannus seurantajärjestelmään. Tuotujen ja vietyjen massojen lähes reaaliaikainen seuranta tapahtuu sähköisten ajokirjojen kautta; järjestelmään pitäisi saada mukaan kaikki ajossa olevat autot. Työnjohtajalla on usein ajanpuute seurantaan, mutta kannattaako siihen liikaa keskittyäkään, eli priorisointia on harjoitettava. Työmaan taloudellista tilannetta seurataan tyypillisesti muutaman kerran urakan aikana. Kustannus seurantajärjestelmää tulisi siis kehittää siten, että sieltä saisi vertailua ulos helpommin; nykyinen järjestelmä on aika kankea ja epäkäytännöllinen. Urakalle koituneet kustannukset tallentuvat kahteen eri järjestelmään, joista ne pitää yhdistää manuaalisesti.

Teema 3: Laadun hallinta

Yleensä kriittisimmät laatumuuttujat ja laatuun vaikuttavat tekijät urakoiden toteutusvaiheessa?

Kriittisimpiä laatumuuttujia ovat kunnallisteknisten putkistojen toleranssit, rakennekerrosten toleranssit sekä joskus myös materiaalien laatupoikkeamat. Laatuun eniten vaikuttavia tekijöitä ovat osaava henkilöstö, eli konemiehet ja rakennusmiehet sekä heidän sitoutuminen laadun tuottamiseen. Muita tekijöitä ovat työntekijöiden ammattitaito ja laatu tietoisuus, laatuvaatimusten riittävä periyttäminen työnjohtajan kautta työntekijöille sekä laaturiskien onnistunut tunnistaminen. Informantti 6 mukaan ”osaava työryhmä on varmasti sellainen ykkösasia laadun tuottamisessa”. Kaikille pitää myöskin tehdä selväksi, että tulosta ei tehdä laadun kustannuksella.

Millä keinoin laadun suunnittelua ja laaturiskien tunnistamista voitaisiin helpottaa?

Laatusuunnitelmien osalta pitäisi perustaa yrityskohtainen materiaalipankki, jossa on valmiita esimerkkejä laatusuunnitelmista. Materiaalipankissa tulisi olla ainakin yleisimmät työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat. Laadun varmistaminen ajoissa, eli mittaus- ja laadunvarmistussuunnitelmien tekeminen etukäteen ja erityisesti suunnitelma siitä, miten toimitaan poikkeustilanteissa, eli esimerkiksi silloin, kun GNSS-järjestelmä ei toimi. Suunniteltavat asiat ovat usein toisteisia, mutta jokainen työmaa on kuitenkin erilainen ja ainutlaatuinen. Työnjohtajalla tulisi olla siksi riittävästi aikaa laatusuunnitelmien laatimiseen.

Urakoiden laadunvalvontaa helpottavia toimenpiteitä, joita toivoisit tehtäväksi?

Työnjohtajien käyttöön olisi hankittava GNSS-sauvat laadunvalvonnan helpottamiseksi esimerkiksi leikkaus-, penger-, päälly- sekä putkirakenteissa. Sellaisten työtapojen ja mittausmenetelmien, joilla riittävä laatu saavutetaan, selkeä kertominen työntekijöille ennen töiden aloittamista. Työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat, joissa kyseiset menetelmät kerrotaan, esitetään työntekijöille ennen työn aloitusta. Niistä voisi tehdä ehkä lyhyemmän tiivistyksen, jossa kerrotaan vain pääkohdat. Tällöin laaduntuottamista ei jätetä pelkästään työntekijöiden oman harkinnan varaan. Yhtiön oman mittamiehen roolia tulisi lisätä koneohjausmallien tarkistamisessa ja laatimisessa sekä toteumamittausten käsittelyssä. Kaivinkoneella suoritetuissa toteumamittauksissa on nykyisellään paljon kehitettävää. Toteumapisteitä joko ei oteta ollenkaan, ne eivät ole toleranssissa, niitä otetaan liian vähän, vääristä kohdista tai väärillä koodeilla. Ongelmia on ollut myös koneen mittalaitteen kalibroinnissa ja sen tarkkuuden säännöllisessä seurannassa. Koneenkuljettajien ja työnjohtajien jatkuva koulutus ja yhtenäisen toimintamallin luominen toteumamittausten ja ylipäättään mallipohjaisen infrarakennustyön tekemiseen olisi erittäin tärkeää jatkossa. Toivottavaa olisi myös Infrakitin tai muun vastaavan menetelmän laajempi käyttöönotto, jolloin toteumamittautieto saadaan reaaliaikaisesti työnjohtajan nähtäville. Tämän kaltaiset ohjelmat ovat hyödyllisiä etenkin väylärakennusurakoissa. Jälkikäteen toteumatiedon etsiminen ja käsitteleminen ei ole laatusuunnitelman eikä hyvän rakennustavan mukaista.

Teema 4: Turvallisuus

Useimmin toistuvat turvallisuusriskit työmailla?

Useimmin toistuvia turvallisuusriskejä työmailla ovat syvien kaivantojen luiskaus, kaivantojen merkitseminen ja suojaaminen, työskentely maassa olevien kaapeleiden läheisyydessä, puutteet henkilökohtaisissa suojavarusteissa, koneiden ja laitteiden käyttö sekä yleinen liikenne. Mainintoja saivat myös työmaaliikenne, liikennejärjestelyt, kiertoreittien turvallisuus ja riittävä opastaminen, nostot, työmaan sähköistyskalusto ja henkilöstön osaaminen työnaikaisen sähköistyksen rakentamisessa.

Millä keinoin turvallisuussuunnittelua ja riskien tunnistamista voitaisiin tehostaa?

Työalueen kolmansien osapuolten tunnistaminen ja heille koituvien riskien arvioiminen on usein erittäin tärkeää. Työnjohtajalla tulisi olla siksi riittävästi aikaa jalkautua työmaalle siellä tapahtuvaa turvallisuussuunnittelua varten. Aikaa tulisi olla myös riittävästi suunnitelmiin tutustumiseen ja niiden arviointiin turvallisuuden näkökulmien kannalta. Informantti 3 sanoi ”pitäisi olla aikaa nämä alkuvaiheen työt tehdä, jos teet ihan oikein riskien arvioinnin ja sitä kautta turvallisuussuunnittelun niin kyllähän se aikaa ottaa”. Yhtiön materiaalipankkiin tulisi lisätä muokattavia mallipohjia turvallisuussuunnitelmille ja erilaisten riskien arvioinneille.

Kolme tärkeintä työmaiden turvallisuutta parantavaa toimenpidettä, jotka haluaisit toteutettavaksi?

Työmaalla on pidettävä riittävästi turvallisuuteen liittyviä kokouksia ja katselmuksia tilaajan, suunnittelijan, alueen liikenneverkostosta vastaavan sekä erityisryhmien edustajien kanssa. Työntekijöiden oikeaoppiseen perehdyttämiseen työmaahan joko sähköisesti tai perinteisesti tulisi panostaa. Perehdyttämisessä voisi esimerkiksi lisätä vuorovaikutteisuutta. Yhtiön yleisen turvallisuusperehdytyksen käyttöönottoa tulisi harkita. Työmaan henkilöstön vaihtuvuutta tulisi vähentää. Työturvallisuuteen liittyvää koulutusta on lisättävä, esimerkiksi työmaan sähköistyksen turvalliseen rakentamiseen.

Teema 5: Resurssit ja hankinta

Millaisia töitä työmaillasi on useimmiten toteutettu alihankintana?

Mainintoja informanteilta saivat sähkötekniset työt, pintarakenteet eli kivi-, viher- ja päällystystyöt, mittaustyöt, paalutustyöt sekä betonirakennetyöt.

Kehittämistä aliurakkaprosessissa?

Kehitysehdotuksia olivat alihankintana teetettävien töiden vähentäminen ylipäättään, alihankkijoiden vakioiminen, sitouttaminen ja pidemmät yhteistyösopimukset sekä aliurakkaprosessin tehtävien selkeämpi vastuutus urakan aloitusvaiheessa. Suuremmista aliurakoista tulisi tehdä aina aliurakkasopimukset, joiden liitteenä ovat tarkat sisältömääritykset. Tämä vähentäisi riitatilanteita alihankkijoiden kanssa. Yhtiötasoisien alihankkijarekisterin kirjallinen ylläpito tulisi aloittaa. Työnjohtajien laajempaa osallistamista aliurakkaprosessiin tulisi harkita. Alihankkijoiden työaikaista ohjausta tulisi tehostaa. Alihankkijoiden lopullinen kilpailutus ja aliurakkasopimusten solmiminen tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti, kun saadaan tieto, että pääurakka on saatu.

Yleisimmät ongelmat materiaalihankinnoissa?

Maa- ja kiviaineiksissa on ollut joskus laatupoikkeamia ja tilauskaivoissa on toisinaan virheellisyttä putkiyhteissä. Urakkalaskijan ja työnjohdon puutteellinen kommunikaatio materiaalihankintaprosessiin liittyen. Materiaalihankintoihin liittyviltä tehtäviltä puuttuu usein selkeä vastuutus etenkin urakan aloitusvaiheessa. Urakan kriittisten hankintojen läpikäyminen ja tilaus riittävän aikaisessa vaiheessa on tällöin vaarassa unohtua.

Useimmin toistuvat ongelmat henkilö- ja kalustoresursoinnissa?

Ammattitaitoisia henkilöitä tiettyihin työtehtäviin on liian vähän käytettävissä etenkin sesonkiaikana. Informantti 4 mukaan ”aika monet tekijäthän ovat semmoisia, ettei niihin pysty meidän firmankaan väki vaikuttamaan, ihmisiä sairastuu ja ihmisillä on lomat, niin vaikeahan se on kesällä joku ammattiputkimies löytää”. Yhtiön sisäistä koulutusta toimialan vaativampiin työtehtäviin tulisi lisätä mestari-kisälli -periaatteella.

Henkilöstövuokrausyhtiöistä saatava työvoima on harvoin tarpeeksi ammattitaitoista vaativiin työtehtäviin ja myös työntekijöiden vaihtuvuus on ollut usein ongelmana.

Teema 6: Ajallinen hallinta

Urakan työjärjestyksen suunnittelun haasteet?

Työnjohtajan yhteistoiminta urakan laskennasta vastaavan sekä toimialajohtajan kanssa tulisi olla sujuvaa. Suunnitelmiin perehtymiseen tulisi olla riittävästi aikaa, ennen kuin työjärjestystä voidaan suunnitella. Työjärjestystä pitäisi voida tarvittaessa suunnitella yhdessä myös urakan jo alettua. Myös työntekijöiden osallistaminen työjärjestyksen suunnitteluun on usein hyödyllistä. Kaikkien työjärjestykseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen etukäteen on työlästä, joten yllätyksiä tulee yleensä vääjäämättä.

Millaisilla työkaluilla haluaisit laatia urakan aikatauluja?

Yleisaikatauluja tehdään nykyään enimmäkseen Excelillä, mutta joissain urakoissa voisi olla tarvetta oikeille aikatauluohjelmille. Niissä saisi näkymään paremmin esimerkiksi tehtävien väliset riippuvuudet sekä tarvittavat resurssit. Excel on aika kankea ohjelma aikataulujen laatimiseen.

Yleisimmät aikataulun toteutumista uhkaavat tekijät?

Urakan aloituksen viivästyminen pääurakoitsijasta riippumattomista syistä. Ulkoisten tekijöiden, kuten viranomaisten ja kolmansien osapuolten vaikutus. Maasta löytyvät yllätykset, kuten pohjatutkimusta vastaamattomat maalajit, pohjavesiolosuhteet sekä olemassa olevat rakenteet. Koneohjausmallien käyttöönoton ongelmat ja malliin työn aikana tehtävät muutokset. Liian lyhyt urakka-aika tehtävänä olevaan työmäärään verrattuna. Työmaan muut toimijat, kuten kaapelinäyttäjät ja verkosto-operaattorit. Puutteellinen henkilöstön ammattitaito.

Miten varmistat urakan aikataulussa pysymisen?

Yhteistyö urakkalaskennasta vastaavan kanssa on tärkeää, eli työnjohtajalla tulee olla selkeä kuva esimerkiksi resurssien määrästä, joilla aikataulussa pitäisi pysyä. Yleisaikataulun tulisi olla realistinen, eli työmaan resurssien tulee olla riittäviä alusta

alkaen. Aikataulun jatkuva seuranta toteutuneeseen työmäärään verraten on tärkeää. Mahdollisiin ongelmatilanteisiin pitää pystyä reagoimaan nopeasti, eli lisäämään tarvittaessa resursseja. Informantti 2 mukaan *”ei saa löysätä siinä, vaikka tuntuu että minun urakassahan saa lisäaikaa, kun on sellainen valvoja tai sellainen tilaaja niin se ei ole niin justinsa, niin sillä lailla ei saisi ikinä ajatella”*. Yleisaikataulu ei ole kovin yksityiskohtainen, joten tarvittaessa tulee laatia tarkempia viikkoaikatauluja. Aloitusvaiheessa tulisi olla riittävästi aikaa realistisen yleisaikataulun laatimiseen. Työmaainsinöörin rekrytointia tulisi harkita muun muassa avuksi aikataulujen laatimiseen.

Miten varmistetaan alihankkijoiden aikataulut ja siinä pysyminen?

Menetelmiksi mainittiin riittävä yhteistoiminnan määrä sekä alihankkijoiden sitouttaminen. Aliurakkasopimukseen on kirjattava sakkopyykälät aikarajoille tai välitavoitteille. Alihankkijoilta tulee myös vaatia riittävää työnjohtoa työmaalle.

Teema 7: Ympäristövastuullisuus

Tärkeimmät ympäristövastuullisuudessa huomioitavat asiat?

Kierrättäminen, eli kaikki massat, joille löytyy soveltuvat käyttökohteet, hyödynnetään työmaalla. Käytetään nykyaikaisia koneita, joista ei valu öljyä ja pakokaasun tuotto on maltillista. Työmaan siisteys huomioidaan päivittäisessä toiminnassa. Materiaalihukkaa vältetään. Syntyvät jätteet kerätään, käsitellään ja lajitellaan asianmukaisesti. Roskalavoja eri jätelajeille hankitaan riittävästi työmaalle. Pölyn ja haitallisen tärinän tuottamista vältetään. Työmaan leviäminen urakka-alueen ulkopuolelle estetään esimerkiksi aitaamalla. Uuden jätelain vaatimukset, kuten muuttuneet jätteen vastaanottosäädökset, otetaan huomioon toiminnassa.

Mistä saat tietoa vastuullasi olevista työmaan ympäristöasioista?

Urakka-asiakirjoista ja työmaan laatusuunnitelmasta.

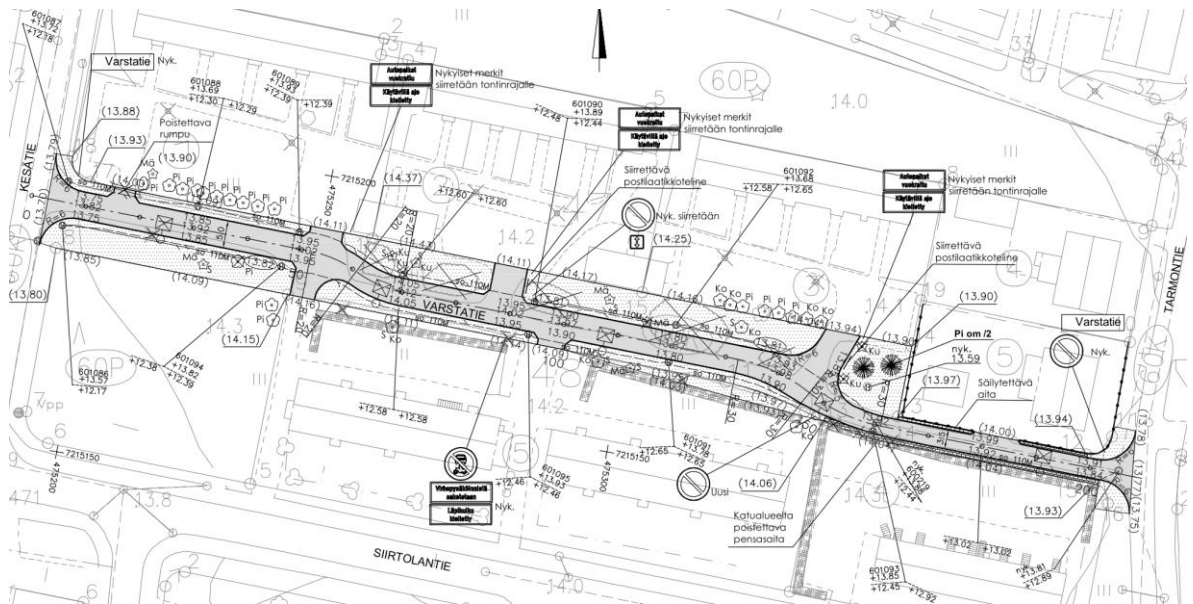
Miten työmaan tehokkuus ja ympäristövastuullisuus sovitetaan yhteen?

Kaivettavia maamassoja hyödynnetään soveltuviissa paikoissa ja niitä siirrellään mahdollisimman vähän paikasta toiseen. Menettely laskee polttoainekustannuksia ja vähentää pakokaasuja. Vältetään maa- ja kiviainesten välivarastointia. Hyödynnetään meno-paluu kuljetuksia mahdollisuuksien mukaan, jolloin kuorma-autot eivät aja tyhjänä. Ylijäämämassoja pitäisi pyrkiä viemään enemmän sellaisille työmaille, joko omille tai muiden toimijoiden, missä niitä pystytään hyödyntämään. Jätteiden ja ylijäämämaiden vastaanottopaikat selvitetään ennen urakan aloitusta yhtiön sisäisessä palaverissa. Urakan laskentavaiheen ja toteutusvaiheen välillä tilanne voi olla muuttunut, joten kyseiset paikat tulee selvittää juuri ennen työvaiheen aloitusta. Informantti 5 sanoin sanottuna *”on sellainenkin tekijä, että sen laskennan ja toteutuksen välillä voivat tavallaan markkinatilanteet muuttua, että on suunniteltu, että jonnekin viedään, mutta se saattaakin olla edullisempi tai järkevämpi joku muu paikka, niin firmassa pitää olla tavallaan antenni koko ajan päällä”*. Lisätään maa- ja kiviainesten jalostusta ja uusiokäyttöä, jolloin voidaan vähentää kokonaan uusien materiaalien käyttämistä. Muistetaan, että ympäristövastuullisuus on käsitettävissä osaksi myös laaduntuottamista.

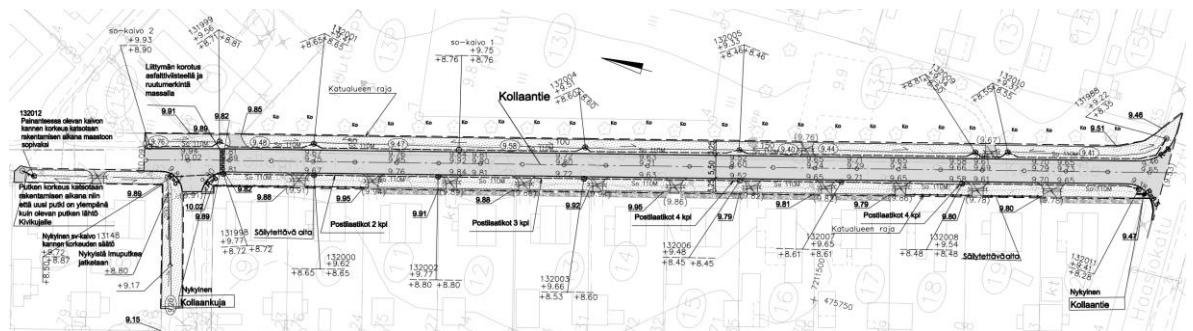
3.4 Case-kohteen esittely

Tutkimuskohteena on yksikköhintaperusteinen kokonaisurakka nimeltään Varstatien ja Kollaantien peruskorjaus. Urakassa peruskorjataan kaksi katuosuutta Oulussa, Varstatie (Kuva 7) Välivainion kaupunginosassa ja Kollaantie (Kuva 8) Karjasillalla. Varstatie peruskorjataan kokonaisuudessaan ja Kollaantie Haasiokadun ja Kollaankujan väliseltä osuudelta. Varstatien korjattava osuus on noin 200 metriä ja Kollaantien noin 250 metriä pitkä. Urakka-alueen vaikutuspiirissä Varstatien varressa on 6 rivitaloa ja 2 omakotitaloa sekä Kollaantiella noin 15 omakotitaloa. Urakassa on kaksi tilaajaa, Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut sekä Oulun Vesi. Kollaantien peruskorjauksen urakkasuoritukseen kuuluu katualueen vesijohtojen, jätevesiviemäreiden ja päällysrakennekerrosten uusiminen. Kadulle rakennetaan myös sadevesi- ja kuivatusjärjestelmä, joka on aikaisemmin puuttunut kokonaan. Urakkaan kuuluu lisäksi jätevesiviemärin ja vesijohdon varausten rakentaminen Joutsentien

eteläpuolelle asti. Varaukset palvelevat alueen tulevaa maankäytön muutosta. Joutsentie alitetaan vasaraporausmenetelmällä. Kollaantien pintarakenteet, eli asfaltoinnit ja viheralueet rakennetaan seuraavalla kesäkaudella. Varstatiella urakkasuoritukseen kuuluu katualueen päällysrakenteen uusiminen kokonaisuudessaan sekä uuden katuvalaistuksen rakentaminen. Kadulle rakennetaan myös uusi sadevesi- ja kuivatusjärjestelmä, jota kadulla ei ole aikaisemmin ollut. Varstatiengin pintarakenteet toteutetaan pohjausta seuraavana kesänä.



Kuva 7. Varstatiengin katusuunnitelmakartta (mukaillen Oulun Kaupunki/ YYP 2020).



Kuva 8. Kollaantien katusuunnitelmakartta (mukaillen Oulun Kaupunki/ YYP 2020).

Case-kohde on kohdeyritykselle tyypillinen kokonaisurakkana suoritettava kohde. Urakkasummaltaan kohde jää lisä- ja muutostöineenkin alle 0,5 miljoonan euron, joten rahallisesti se ei ole kovin suuri kohde. Case-kohteeksi kyseinen urakka soveltuu kuitenkin hyvin, koska siinä on tilaajana kaksi kohdeyrityksen urakointiliiketoiminnalle olennaista tahoa. Katusaneeraus urakkatyypinä on kohdeyritykselle tärkeä, joskin uudisrakentaminen tuottaa vähintään yhtä suuren osan urakointitoiminnan liikevaihdesta. Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalveluiden sekä Oulun

Veden tilaamien urakoiden kaupalliset asiakirjat sekä työkohtaiset työselitykset ovat hyvin vakioituja, eli ne toistuvat samankaltaisina urakasta toiseen. Tämän vuoksi case-kohteen aloitusvaiheessa suoritettavat toimenpiteet vastaavat hyvin monia kohdeyrityksen työnä olevia urakoita. Kohteen aloitusvaiheessa suoritetaan lähes kaikki tutkimuksen empiriaosuudessa kuvaillut toimenpiteet. Case-kohteessa validoitiin kaksi tämän tutkimuksen tuloksena toteutettua kehitystoimenpidettä. Toteutettujen kehitystoimenpiteiden validointi käydään läpi tulokappaleen lopussa.

3.5 Nykytilasynthesei

Empirian ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää pääurakoitsijan vastuulla olevat toimenpiteet infrarakennusurakan aloitusvaiheessa. Tutkimuksessa havaittiin, että tällaisia tehtäviä on paljon, kohdeyritykselle tyypillisessä urakassa noin 30 – 50 kappaletta laskentatavasta riippuen. Tutkimuksessa selvisi myös, että rakennuttajat pyytävät usein jo urakkatarjouksen liitteeksi esimerkiksi alustavan laatusuunnitelman, yleisaikataulun, liikenteenohjaussuunnitelman ja selvitykset teknisestä henkilökunnasta sekä teknisestä suorituskyvystä. Näiden asiakirjojen laatiminen jo laskentavaiheessa vähentää hieman varsinaisen aloitusvaiheen työmäärää. Osa aloitusvaiheen tehtävistä perustuu lakeihin ja asetuksiin, toiset taas tilaajan urakka-asiakirjoihin kirjaamiin vaatimuksiin. Monet tehtävistä liittyvät myös yhtiön sisäiseen tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen, jotta rakennustyöt voidaan ylipäätään aloittaa tehokkaasti. Yksittäisen tehtävän vaatima ajankäyttö sitä suorittavalta henkilöltä vaihtelee muutamista minuuteista muutamiin päiviin. Tutkimusosiossa on esitelty lyhyesti tärkeimmät infrarakennusurakan aloitusvaiheessa pääurakoitsijan tehtäväksi kuuluvat toimenpiteet. Erityisesti on keskitytty niihin toimenpiteisiin, jotka ovat välttämättömiä kohdeyritykselle tyypillisimmissä kokonaisurakoissa. Toimenpiteet ovat sovellettavissa suoraan useimpiin ELY-keskusten, Oulun kaupungin ja Oulun Veden tilaamiin kokonaisurakoina toteutettaviin infrarakennuskohteisiin. Sovellettavuus on todennäköisesti hyvä myös monien muiden julkisen sektorin tilaajien urakoissa, tosin jokaisella tilaajaorganisaatiolla on omat erityispiirteensä, jotka täytyy huomioida. Sovellettavuus yksityisen sektorin tilaajien, kuten teollisuuden vaatimuksiin, ei välttämättä ole erityisen hyvä. Tämä johtuu muun muassa yksityisen sektorin tilaajaorganisaatioiden painotuseroista eri asioihin suhtautumisessa. Aloitusvaiheen tehtävien viivästyminen tai laiminlyöminen kostaatuu helposti jossain vaiheessa urakan toteutusvaiheen alkaessa. On selvää, että kaikki seitsemän teoriaosuudessa tunnistettua

urakan osa-aluetta tulee olla hallinnassa aloitusvaiheessa, jotta työt päästään aloittamaan mahdollisimman turvallisesti, tehokkaasti ja laadukkaasti.

Toinen tutkittava asia empiriavaiheessa oli kohdeyrityksen nykyinen kokonaisurakan aloitusvaiheen toimintamalli. Tarkoitus oli verrata toiminnan tasoa teoriaosuudessa löydettyyn ihanteelliseen toimintamalliin. Nykyisen toimintamallin tilaa selvitettiin tutkimalla kohdeyrityksen laatujärjestelmää sekä järjestämällä haastattelututkimus työnjohtoon osallistuville henkilöille. Tutkimuksessa havaittiin, että kohdeyrityksellä on nykyisellään olemassa toimintamalli urakoiden aloitusvaiheeseen. Toimintamalli prosessina on kuitenkin vain osittain kuvattuna kohdeyrityksen työmaan laatusuunnitelmaan. Osittain toimintamalli taas perustuu ajan saatossa muodostuneisiin puhetasolla oleviin käytäntöihin. Toimintamallissa havaittiin olevan todella paljon hyviä asioita, mutta runsaasti myös parannettavaa. Nykyisellään aloitusvaiheen toimintamallia ei ole kehitetty kovin aktiivisesti, vaan on menty eteenpäin vanhaan malliin. Yleisesti havaittiin, että toimintaa urakoiden aloitusvaiheissa leimaa usein kova kiire. Tämä korostuu etenkin, jos työmaapäällikön edellisen työmaan luovutusta ei ole vielä saatu tehtyä. Samankaltaisia havaintoja on tehty aikaisemmissakin aiheesta tehdyissä tutkimuksissa. Loposen (2013, s. 14) mukaan aikaa ei kerta kaikkiaan tahdo löytyä tarpeeksi uuden urakan valmisteluun, kun edellisen työmaan lopetus tai toisen työmaan pyörittäminen ovat samalla työnjohtajalla. Seuraavissa kappaleissa on listattu tutkimuksessa havaittuja puutteita tai epäkohtia kohdeyrityksen toiminnassa. Havainnot on jaoteltu urakan hallinnan osa-alueittain. Osa mainituista puutteista toistuu lähes kaikissa urakoissa, jotkut vain toisinaan ja jotkut harvakseltaan.

Yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio:

Tilaajaa ei ole aina saatu täysin sitoutuneeksi keskinäiseen kommunikaatioon ja tilaajan organisaation vastuutus on epäselvää. Käytettävissä olevassa viestinnän keinovalikoimassa on puutteita. Ulkoisten sidosryhmien tiedottamisen vastuut ja menetelmät ovat epäselviä. Alihankkijat ja ulkoiset sidosryhmät päästään osallistamaan hankkeeseen liian myöhään. Kohdeyrityksen sisäinen vastuutus aloitusvaiheessa liittyen yhteistoiminnallisuuteen ja kommunikaatioon on epäselvää.

Kustannusten hallinta:

Urakan kustannusseurannassa käytettävä järjestelmä on turhan vaikeakäyttöinen. Kustannusten jatkuva seuraaminen on mahdotonta liiallisen kiireen, eli liian vähäisen työjohtoresurssin takia. Toteutuneiden rakenteiden määrien todentaminen mittaamalla on hankalaa puuttuvien mittalaitteiden takia. Työtä suorittavalla henkilöstöllä ei ole aina selkeää kuvaa siitä, että mikä työ kuuluu urakkaan ja mikä on lisätyötä.

Laadun hallinta:

Henkilöstön laatutietoisuus ei ole aina riittävällä tasolla urakan vaatimuksiin nähden. Laatuvaatimusten periyttäminen työn suorittavalle henkilöstölle ei ole riittävän tehokasta nykyisellä toimintamallilla. Laatusuunnitelmien laatimiseen kuluu liikaa työjohtajien aikaa etenkin urakan aloitusvaiheessa. Mallipohjaista rakentamista sovellettaessa laatupoikkeamia on havaittu toisinaan paljon. Työjohtajille ei ole saatavilla työkaluja GNSS-pohjaiseen rakenteiden laadunvalvontaan.

Turvallisuus:

Työjohtajilla ei ole riittävästi aikaa jalkautua urakka-alueelle urakan aloitusvaiheessa. Tällöin jäävät tunnistamatta esimerkiksi ulkoisille sidosryhmille rakennustyöstä koituvat riskit. Turvallisuuksuunnitelmien laatimiseen ja riskien arviointiin kuluu liikaa työjohtajien aikaa ennen urakan aloittamista. Perehdyttämistoiminta nykyisellään ei aina täytä kaikkia vaatimuksia etenkin kokemattomilla työntekijöillä. Työntekijöiden tietämys turvallisuusasioista ei ole aina riittävää.

Resurssit ja hankinta:

Alihankintasopimukset ovat liian lyhytaikaisia yhteistoiminnan täysimääräiseen hyödyntämiseen. Alihankintaprosessi urakan aloitusvaiheessa on toisinaan liian hidas ja sen tehtävien vastuutus on epäselvä. Aloitusvaiheessa läpivietävän materiaalihankintaprosessin vastuutus on niin ikään epäselvä. Ammattitaitoista työvoimaa ei ole saatavilla riittävästi etenkin huippusesongissa. Henkilöstön osaaminen on liian kapea-alaista, eikä ammattiosaamista saada riittävästi periytettyä nuoremmille työntekijöille.

Ajallinen hallinta:

Yhteistoiminta toimialajohtajan, laskennasta vastaavan ja työmaapäällikön kesken ei ole riittävää urakan aloitusvaiheessa suunniteltaessa työjärjestystä ja laadittaessa yleisaikataulua. Kyseinen työvaihe kuormittaa nykyisellään liikaa pelkkää työmaapäällikköä. Huolelliseen ennakkosuunnitteluun ja urakka-asiakirjoihin sekä urakka-alueeseen tutustumiselle ei ole riittävästi aikaa urakan aloitusvaiheessa. Tämä lisää vasta toteutusvaiheessa selviävien yllätysten sekä häiriöiden määrää. Alihankkijoiden sopimusehdoista puuttuvat toisinaan aikatauluvaatimukset, jolloin pääurakoitsijan ajallinen hallinta vaikeutuu.

Ympäristövastuullisuus:

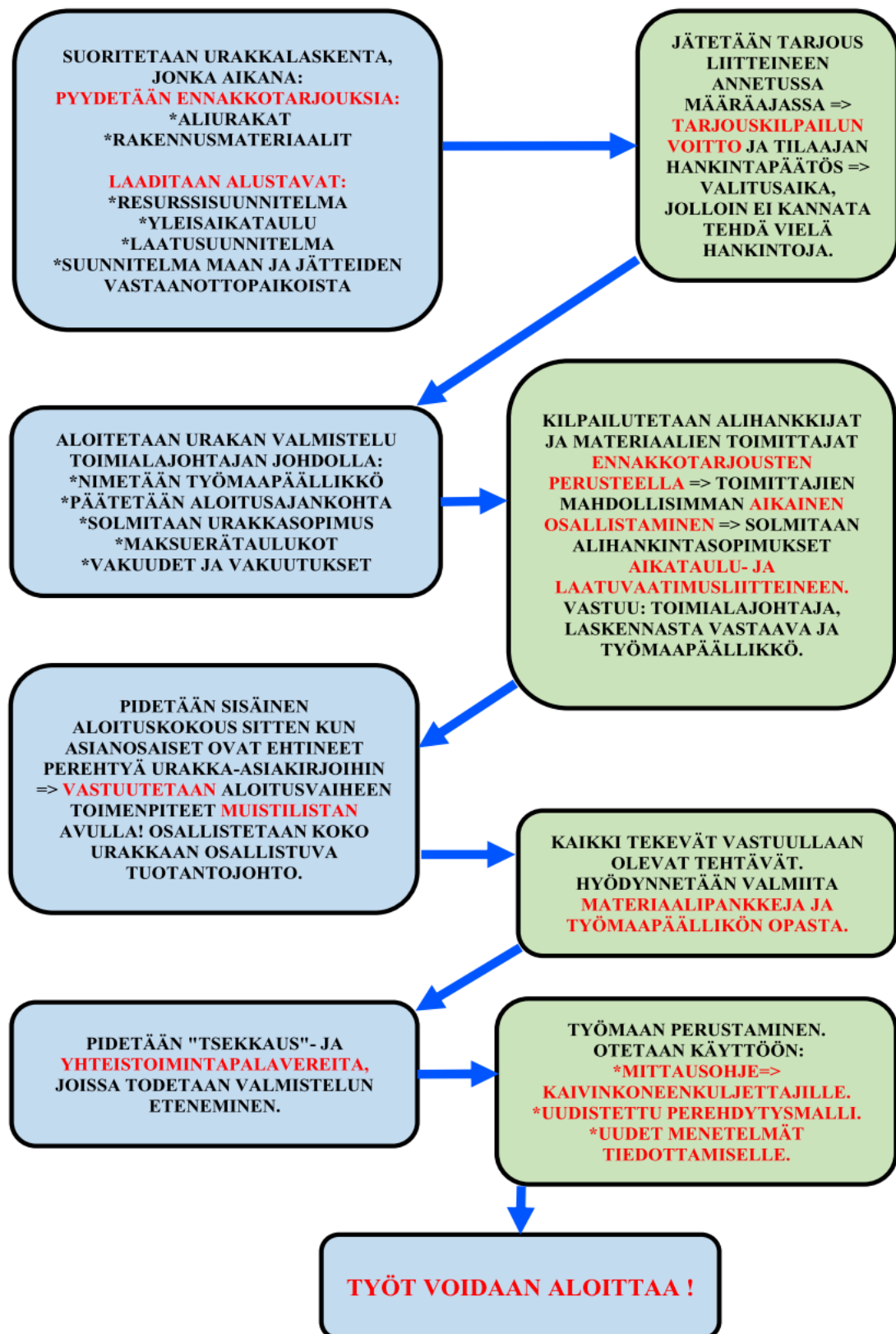
Ympäristövastuullisuutta ja kierrättämistä ei oteta riittävästi huomioon toiminnassa. Kyseiset asiat pitäisi huomioida paremmin alkaen jo urakkalaskentavaiheesta. Työmaiden välinen kommunikaatio koskien maa-ainesten kierrätystä soveltuviin kohteisiin ei ole riittävää. Maan ja jätteiden vastaanottopaikat tulevat vasta toteutusvaiheessa, eli liian myöhään työnjohtajien tietoon.

4 TULOKSET JA TOIMENPITEET

4.1 Uusi toimintamalli ja kehitysehdotukset urakointitoimintaan

Empiriaosuudessa havaittiin, että eräs keskeinen tekijä onnistuneelle urakan aloitusvaiheelle on selkeä toimintamalli. Nykyisellään kohdeyrityksen toimintamalli ei kuitenkaan ollut täysin selkeä, vaan siitä löytyi parantamisen varaa. Toimintamalli oli kirjoitettu auki vain osittain työmaan laatusuunnitelmaan. Suurelta osin toimintamalli oli olemassa vain tuotantoyhdon päässä totuttuina käytäntöinä ja sanattomina sopimuksina. Kuvassa 9 esitetään kaaviona kohdeyritykselle laadittu uusi toimintamalli urakan aloitusvaiheen läpiviemiseen. Uudessa toimintamallissa on paljon samaa kuin vanhassakin, mutta joitain kohtia on päivitetty tämän tutkimuksen tuloksena. Kaaviossa punaisella tekstillä on korostettu erityisen tärkeitä huomioitavia seikkoja. Kaikkia kaaviossa esitettyjä parannusehdotuksia ei ole vielä toteutettu, joten uusi toimintamalli toimii vasta sitten täydellä potentiaalillaan, kun kaikki esitetyt parannusehdotukset on toteutettu. Kaikkien tuotantoyhdon jäsenten tulisi sisäistää tämän kaavion mukainen toimintamalli ja alkaa toteuttamaan omaa toimintaansa urakan aloitusvaiheessa sen mukaisesti. Yhtenäisestä toimintamallista saadaan paras hyöty irti, kun jokainen urakan osallinen tietää alusta alkaen, miten urakan aloitusvaihe etenee.

Tutkimuksen tuloksena onnistuttiin myös löytämään paljon ehdotuksia kohdeyrityksen urakointitoiminnan kehittämiseen. Kuvassa 10 esitetään yhteensä 21 tärkeintä kehitysehdotusta. Kehitysehdotukset on jaoteltu kirjallisuuskatsauksen perusteella löydettyjen urakan perusedellytysten mukaisesti, joista kuhunkin on kirjattu kolme tärkeintä ehdotusta. Kehitysehdotukset on myös rankattu tärkeysjärjestykseen mahdollista tulevaa implementointia varten. Rankkaus on tehty tutkijan arvion perusteella siitä, että mikä toimenpide hyödyttäisi kokonaisuudessaan eniten kohdeyritystä. Rankkausta voitaisiin myös ajatella tehtäväksi joko laadun, kustannusten, turvallisuuden tai ajallisen hallinnan näkökulmasta. Asia ei ole kuitenkaan näin yksinkertainen, vaan kaikki nämä asiat kulkevat lopulta käsi kädessä. Mikäli työt tehdään oikein valituilla resursseilla, turvallisesti ja vaaditulla laatutasolla kerralla oikein, pysyvät yleensä myös kustannukset ja aikataulu hallinnassa. Osa näistä kehitysehdotuksista on jo tutkimuksen aikana toteutettu tai niiden toteuttamista on alettu valmistelemaan.



Kuva 9. Toimintamalli urakan aloitusvaiheeseen.

YHTEISTOIMINNALLISUUS JA KOMMUNIKAATIO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selkeytetään yhteistoiminnallisuuden ja kommunikaation vastuuta 2. Osallistetaan urakan osapuolet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa 3. Hyödynnetään nykyaikaisia viestintäkeinoja
KUSTANNUSTEN HALLINTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parannetaan rakennettujen määrien todentamisen mahdollisuuksia 2. Kehitetään helpompi menetelmä kustannusseurantaan 3. Periytetään urakan henkilöstölle aina tieto urakan sisällöstä
LAADUN HALLINTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kehitetään mallipohjaisen rakentamisen laadunvalvontamenetelmiä 2. Koostetaan laatusuunnitelmista materiaalipankki työnjohtajien käyttöön 3. Lisätään henkilöstön laatu-tietoisuutta koulutuksen avulla
TURVALLISUUS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laaditaan kattavat mallit turvallisuussuunnitelmista materiaalipankkiin 2. Laaditaan yritystasoinen perehdytysaineisto täydentämään työmaaperehdytystä 3. Lisätään työntekijöiden koulutusta turvallisuusasioihin
RESURSSIT JA HANKINTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selkeytetään alihankinta- ja materiaalihankintaprosessien vastuutusta 2. Panostetaan osaavan henkilöstön etsimiseen, rekrytointiin ja lisäkoulutukseen 3. Solmitaan pidempiaikaisia yhteistyösopimuksia alihankkijoiden kanssa
AJALLINEN HALLINTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allokoidaan riittävästi aikaa urakka-asiakirjoihin ja -alueeseen tutustumiseen 2. Lisätään tuotantojohtoon yhteistoimintaa työjärjestyksen ja aikataulun suunnittelussa 3. Liitetään alihankkijoiden urakkasopimuksiin aina myös ajalliset vaatimukset
YMPÄRISTÖ-VASTUULLISUUS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tehostetaan maa-ainesten ja muun materiaalin hyödyntämistä 2. Huomioidaan ympäristövastuullisuuden näkökulmat jo laskentavaiheessa 3. Panostetaan parhaiden vastaanottoaikojen selvittämiseen

Kuva 10. Kehitysehdotukset kohdeyrityksen urakointitoimintaan.

Seuraavissa kappaleissa esitetään vielä tutkimuksen perusteella löydetty kehitysehdotukset jaoteltuna urakan hallinnan seitsemän kulmakiven mukaisesti.

Pääurakoitsijan tulee edellyttää myös tilaajalta sitoutumista *yhteistoiminnallisuuteen ja kommunikaatioon* sekä oman organisaationsa selkeää vastuuttamista urakan alusta alkaen. Kaikki nykyaikaiset viestinnän keinot tulee pystyä ottamaan käyttöön urakan osapuolten välisessä viestinnässä. Ulkoisten sidosryhmien tiedottamisen vastuut ja menetelmät täytyy sopia hyvissä ajoin tilaajan kanssa. Alihankkijat tulee osallistaa hankkeeseen mahdollisimman aikaisin, koska sillä saavutetaan hyviä tuloksia urakan toteutusvaiheessa. Usein tämä koskee myös hankkeen ulkoisia sidosryhmiä. Kohdeyrityksen sisäisen vastuutuksen selkeys on tärkeää, koska yhteistoiminnallisuuteen ja kommunikaatioon liittyviä tehtäviä on usein paljon etenkin aloitusvaiheessa.

Kustannusten hallintaa voidaan tehostaa esimerkiksi kehittämällä helpommin käytettävä järjestelmä urakan kustannusseuranta varten. Työnjohtoresurssi on usein liian vähäinen mahdollistaakseen seurannan jatkuvan toteuttamisen. Toteutuneiden

rakenteiden määrien todentamisen menetelmiä tulee kehittää, esimerkiksi mittaustekniikan ja resursoinnin keinoin. Työtä suorittavalla henkilöstöllä tulee olla aina selkeä kuva siitä, että mikä työ kuuluu urakkaan ja mikä on lisätyötä. Tähän asiaan tulee kiinnittää huomiota myös perehdyttämisessä.

Laadun hallinnassa aivan oleellista on henkilöstön laatutietoisuus. Siihen tulee siis panostaa, eli esimerkiksi henkilöstön laatukoulutuksen tulee olla säännöllistä. Perehdyttämisen yhteydessä tapahtuva laatuvaatimusten periyttäminen työn suorittavalle henkilöstölle tulee olla tehokkaampaa. Laatusuunnitelmapohjista täytyy rakentaa kattava materiaalipankki työnohtajien käyttöön. Tämä nopeuttaa laatusuunnitelmien laatimista urakan aloitusvaiheessa, missä aikaa on usein vähän. Laadunvalvontamenetelmiä ja -ohjeita mallipohjaisessa rakentamisessa tulee kehittää, sillä nykyisellään laatupoikkeamia on toisinaan paljon. Omaehtoinen GNSS-mittaus laadunvalvonnan ja -suunnittelun työkaluksi tulee mahdollistaa myös työnohtajille.

Korkeatasoinen *turvallisuuden* suunnittelu edellyttää, että urakan aloitusvaiheessa työnohtajilla on riittävästi aikaa jalkautua urakka-alueelle. Tällöin he pystyvät tunnistamaan etukäteen esimerkiksi ulkoisille sidosryhmille työstä koituvat riskit. Kohdeyrityksen materiaalipankissa tuleekin olla kattavat mallit turvallisuussuunnitelmille ja eri riskien arvioinneille turvallisuussuunnittelun nopeuttamiseksi. Tällöin voidaan lisätä urakka-alueeseen tutustumiseen käytettävissä olevaa aikaa. Perehdyttämistoimintaa täytyy kehittää esimerkiksi laatimalla yritystasoinen yleisperehdytysaineisto. Työntekijöiden koulutusta turvallisuusasioihin tulee lisätä, esimerkiksi sähköturvallisuuskoulutuksen muodossa.

Resurssit ja hankinta on erittäin laaja kokonaisuus, jonka hallinta on välttämätöntä, jotta urakkaa voidaan kutsua onnistuneeksi. Alihankkijoiden kanssa tulee pyrkiä solmimaan pidempiaikaisia yhteistyösopimuksia, jotta yhteistoiminnan hyödyt saataisiin maksimoitua. Alihankintaprosessia urakan aloitusvaiheessa tulee nopeuttaa ja sen vastuutusta selkeyttää. Niin ikään aloitusvaiheessa läpivietävän materiaalihankintaprosessin vastuutusta tulee selkeyttää. Ammattitaitoisen työvoiman etsimisen ja rekrytoinnin tulee olla jatkuva prosessi, jotta resurssien riittävyys voidaan varmistaa myös huippusesongissa. Osaavaan henkilöstöön tulee panostaa, eli kouluttamisen ja työkierron tulee olla jatkuvaa. Lisäksi mestari-kisälli tyyppistä opetusta tulee toteuttaa jokapäiväisessä toiminnassa.

Urakan *ajallinen hallinta* ei ole mahdollista ilman toimivaa yhteistyötä urakan tuotantojohtoon kuuluvien henkilöiden välillä. Yhteistoimintaa toimialajohtajan, laskennasta vastaavan ja työmaapäällikön välillä tulee siis lisätä urakan aloitusvaiheessa suunniteltaessa työjärjestystä ja laadittaessa yleisaikataulua. Menettelyllä nopeutetaan huomattavasti näiden haastavien työvaiheiden tekemistä. Yllätysten määrää tulee pyrkiä vähentämään huolellisella ennakkosuunnittelulla ja riittävällä tutustumisella urakka-asiakirjoihin ja urakka-alueeseen. Alihankkijoiden sopimusehtoihin tulee lisätä aina myös aikataulu- ja laatuvaatimukset.

Ympäristövastuullisuus ja kierrättäminen tulee ottaa paremmin huomioon alkaen jo urakan laskentavaiheesta. Työmaiden välistä kommunikaatiota tulee parantaa koskien maa-ainesten kierrätystä soveltuviin kohteisiin. Maan ja jätteiden vastaanottopaikat tulee saattaa työnjohtajien tietoon jo urakan aloitusvaiheessa.

4.2 Toteutettujen kehitystoimenpiteiden validointi case-kohteessa

Ensimmäisenä kehitystoimenpiteenä laadittiin aloitusvaiheen muistilista infrarakennustyömaalle (Liite 1). Referensseinä käytettiin yhteensä kolmea talonrakennustyömaiden tarkoituksiin laadittua vastaavaa muistilistaa (Göös 2018, Häkkinen 2014 ja Kauppinen 2012). Näitä opinnäytetöiden liitteinä olleita muistilistoja pohjana käyttäen laadittiin kohdeyritykselle soveltuva infrarakennustyömaan aloitukseen sopiva muistilista. Tarkoituksena ei ollut laatia kaiken kattavaa listaa, vaan siihen valittiin yleisimmät kohdeyritykselle tyypillisissä urakoissa tehtäväksi tulevat toimenpiteet. Aloitusvaiheen toimenpiteet jaettiin seitsemän eri teeman alle. Teemat ovat kirjallisuuskatsauksen perusteella tunnistetut onnistuneen infrarakennusurakan perusedellytykset. Listaan lisättiin myös työmaan perustamiselle oma osionsa. Muistilista on jatkossa tarkoitus käydä läpi ja täyttää kohdeyrityksen sisäisessä urakan aloituskokouksessa. Aloituskokoukseen osallistuvat ainakin urakan tarjouslaskennasta vastaava, toimialajohtaja sekä urakkaan valittu työmaapäällikkö. Aloituskokouksen optimaalisin ajankohta on silloin, kun työmaapäällikkö on jo ehtinyt jonkin aikaa tutustua urakan asiakirjoihin. Listan avulla on mahdollista vastuuttaa eri tehtävät selkeästi eri henkilöille. Kohdeyritykselle tyypillisen urakan aloitusvaiheessa on noin 50 tehtävää, joiden suorittamiselle on varattu suhteellisen lyhyt aika. Tehtävien vastuullisella jaolla voidaan vaadittavat toimenpiteet hoitaa täsmällisemmin.

Tutkimuskohteen aloitusvaihe oli harvinaisen pitkä, koska hankintapäätös tilaajalta tuli helmikuun puolivälissä ja varsinaiset työt aloitettiin vasta noin kolme kuukautta myöhemmin. Aloitusvaiheeseen liittyviä tehtäviä ei tosin tehty kuin noin kolmen viikon ajan ennen töiden aloittamista. Tutkimuskohteessa pidettiin kohdeyrityksen sisäinen urakan aloituskokous noin viikkoa ennen töiden aloittamista. Kokoukseen osallistuivat kohdeyrityksen toimialajohtaja ja työmaapäällikkö. Tutkija toimi kohteen työmaapäällikkönä ja oli myös urakkalaskennasta vastaava, joten muun henkilöstön ei ollut välttämätöntä osallistua aloituskokoukseen. Työmaapäällikkö oli ehtinyt tutustua urakan suunnitelmiin suhteellisen hyvin ennen kokousta. Tämä johtui hänen suorittamastaan urakkalaskennasta sekä pitkästä aikavälistä hankintapäätöksen ja aloituskokouksen välillä. Tämän vuoksi aloituskokouksessa ei enää ollut tarpeen käydä läpi kohteen suunnitelmia tai laskentaa. Aloituskokous vietiin läpi käyttäen ensimmäistä kertaa tämän tutkimuksen yhteydessä laadittua urakan aloitusvaiheen muistilistaa. Muistilista todettiin hyväksi ja sellaisenaan valmiiksi otettavaksi käyttöön kohdeyrityksen tulevilla urakoilla. Muistilista toimi vastuuttamisen ja muistamisen helpottajana, aivan kuten se oli suunniteltukin. Ainoa toimenpide, mikä huomattiin, että siihen tulisi mahdollisesti lisätä, on urakan laatuaineiston keräämisen vastuutus. Laatuaineiston kerääminen ei kuitenkaan liity suoranaisesti urakan aloitusvaiheeseen, joten sitä ei lisätty listaan ainakaan vielä. Listan lopussa on kuitenkin ”Muuta”-rivejä urakkakohtaisille erikoisuuksille, joita mahdollisesti huomataan aloitusvaiheen tai aloituskokouksen aikana. Listaa on myös helppo muokata jatkossa, mikäli huomataan, että siitä puuttuu oleellisia kohtia liittyen urakan aloittamiseen. Tarkoitus on, että aiemmin kohdeyrityksen käytössä ollut sisäisen aloituskokouksen pöytäkirjapohja poistetaan käytöstä ja se korvataan uudella aloitusvaiheen muistilistalla. Aloituskokoukset pitää joka tapauksessa aina dokumentoida kirjallisesti, jotta kohdeyrityksen laatuajärjestelmän vaatimukset täytetään tältä osin.

Tutkimuskohteeseen toteutettiin toinenkin kehitystoimenpide, eli mittausohje kaivinkoneenkuljettajille (Liite 2). Kohdeyrityksen mittakonsultille annettiin toimeksianto laatia tiivis ohje mallipohjaisesta mittaamisesta. Ohjeessa on esitetty tekstein sekä havainnollisin kuvin perustehtävät, jotka kaivinkoneenkuljettajan tulee hallita, kun infrarakentamista toteutetaan mallipohjaisesti. Mittausohjeessa keskitytään erityisesti kaivinkoneen mittalaitteen tarkkuuden varmistamiseen sekä toteumapisteiden oikeaoppiseen ottamiseen. Jatkossa ohje on tarkoitus jakaa ennen töiden aloitusta kaikille kohdeyrityksen mallipohjaisesti toteutettavissa urakoissa työskenteleville

kaivinkoneenkuljettajille. Mittausohjeeseen lisätään aina myös urakan mittavastaavan yhteystiedot, jotta kaivinkoneenkuljettaja voi olla häneen yhteydessä työn aikana, mikäli lisäkysymyksiä herää. Haastattelututkimuksen vastausten perusteella laaditulla ohjeistuksella pyritään korjaamaan ongelmia, joita joillain työmailla on ilmennyt mallipohjaisen rakentamisen toteuttamisessa. Tulevaisuudessa mallipohjainen rakentaminen on edelleen lisääntymässä ja menettelyllä luodaan yhtenäistä toimintamallia kohdeyrityksen urakoihin.

Mittausohjetta ehdittiin validoida yhteensä kolmen kaivinkoneenkuljettajan toimesta tutkimuskohteen aikana. Tutkimuksen otanta oli siis aika suppea. Ohjetta käytettäessä huomattiin kuitenkin siitä olevan hyötyä jokapäiväisessä toiminnassa. Mittausohje auttoi kaivinkoneenkuljettajia muistamaan heidän vastuullaan olevia mittaamiseen liittyviä asioita. Kuljettajat ottivat myös muutamaan otteeseen yhteyttä koneohjausmallien laatijaan, jolta he saivatkin hyviä neuvoja. Suomessa käytetään valtaosin kahta eri merkistä kaivinkoneeseen asennettavaa mittalaitetta. Näiden kahden merkin käyttöliittymissä on aika suuria eroja. Jatkossa mittausohje tulisi ehkä tehdä vielä spesifioidummin, eli mittausohjeen peruspohjia tulisi olla ainakin kaksi erilaista; mittalaitteiden käyttöliittymiä vastaavia. Tutkimuksessa käytetty mittausohje oli myös aika yleispiirteinen. Mittausohjeeseen olisi pitänyt siis lisätä tiettyjä työmaakohtaisia erityisohjeita ennen sen käyttöönottoa. Näiden seikkojen takia saatu hyöty mittausohjeesta jäi nyt aika suppeaksi. Mittausohjeessa on kuitenkin todella paljon potentiaalia, mutta sen hyödyntäminen vaatii lisää kehitystyötä. Koneenkuljettajien ja työnjohdon kouluttaminen asian tiimoilta on myöskin erittäin tärkeää jatkossakin.

5 ARVIOINTI JA YHTEENVETO

5.1 Kontribuutio

Tutkimuksen aluksi suoritettun kirjallisuuskatsauksen myötä kävi ilmi, että nykyaikainen infrarakennusurakka asettaa suuria vaatimuksia pääurakoitsijana toimivan yhtiön tuotantojohdolle ja muulle organisaatiolle. Yhtiön avainhenkilöstön tulee olla erittäin ammattitaitoisia ja suuren paineensietokyvyn omaavaa, jotta he pystyvät vastaamaan näihin vaatimuksiin. Perinteisen rakennusprojektin hallinnan avuksi on löydettävissä runsaasti kirjallisuutta. Kirjallisuuden perusteella urakan läpiviennissä on tunnistettavissa useita osa-alueita, joiden täytyy olla hallinnassa, jotta urakkaa voi pitää onnistuneena. Tässä tutkimuksessa näitä osa-alueita, eli yläkäsitteitä nimettiin seitsemän kappaletta. Osa-alueet ovat turvallisuus, kustannusten hallinta, laadun hallinta, ajallinen hallinta, resurssit ja hankinta, yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio sekä ympäristövastuullisuus. Urakan osa-alueiden tärkeysjärjestys vaihtelee hieman riippuen siitä, mitä urakkamuotoa hankkeessa käytetään. Kirjallisuuskatsauksen kiintoisinta antia olivat integroitujen toteutusmuotojen peruseriaatteiden tutkiminen. Niistä kokonaisurakkaan sovellettavissa olevia asioita ovat ainakin osapuolten aikainen osallistaminen, tehokkaampi yhteistoiminnallisuus sekä jotkin Leanin periaatteet.

Tutkimuksen pääasiallinen tarkastelukohde oli kokonaisurakan läpivienti pääurakoitsijan näkökulmasta. Erityisesti keskityttiin urakan aloitusvaiheen läpiviemiseen. Aloitusvaiheen läpivientiä tutkiessa tuli selväksi, että pääurakoitsijan suoritettavaksi kuuluvia toimenpiteitä on runsaasti. Toimenpiteiden lukumäärä vaihtelee urakan luonteesta ja laskentatavasta riippuen noin 30-50 välillä. Hankintapäätöksen eli tilauksen ja varsinaisten töiden aloittamispäivän välinen aika on usein lyhyt. Tämä johtuu usein esimerkiksi siitä, että tilaajan urakkaan varaama aika on niin lyhyt, että työt pitäisi päästä aloittamaan mahdollisimman pian. Tehtävien paljous suhteessa käytettävissä olevan ajan lyhyteen aiheuttaa usein hetkellisen kiireen urakoitsijan tuotantojohdolle. Tämän takia on haasteellista saada suoritettua kaikkia tehtäviä ajallaan ja riittävän laadukkaasti. Tehtävien vastuuttaminen on usein epäselvää, niiden suuri määrä johtaa unohduksiin ja tuotantojohdon ammattitaidossakin niiden tekemiseen saattaa olla puutteita, mikäli tehtäviä suorittavat kokemattomammat työnjohtajat.

Aloitusvaiheen toimintamalli eli marssijärjestys on usein hieman epäselvä kokeneemmillekin tuotantojohdon jäsenille.

Tutkimuksen tuloksena onnistuttiin löytämään paljon mahdollisuuksia kokonaisurakan aloitusvaiheen tehostamiseen. Ensimmäinen päälöydös oli aloitusvaiheen tehtävien vastuuttamisen epäselvyys tuotantojohdon keskuudessa. Vastuuttamisen epäselvyys ja suppeus johtavat tuotantojohdon resurssien epätarkoituksenmukaiseen käyttöön ja yleensä työmaapäällikölle koituvaan työn ylikuormaan. Tuotantojohdon vastuun jaon työkaluksi ja muistin tueksi luotiin aloitusvaiheen muistilista kohdeyrityksen käyttöön. Muistilistan toimivuus testattiin case-kohteessa, jossa siitä huomattiinkin olevan paljon hyötyä. Kohdeyrityksen sisäinen urakan aloituskokous tullaan jatkossa viemään läpi tätä muistilistaa runkona käyttäen. Toinen päälöydös oli aloitusvaiheessa noudatettavan toimintamallin epäselkeys ja sen puutteellinen dokumentointi. Toimintamallin epäselkeys aiheuttaa epävarmuutta ja lisää riskiä esimerkiksi unohduksille. Ratkaisuksi tähän kohdeyritykselle laadittiin jatkossa noudatettava toimintamallikaavio urakan aloitusvaiheeseen. Kolmas päälöydös oli laatu- ja turvallisuussuunnittelun rutiininomaisten työvaiheiden liiallinen aikamenekki. Työnjohtajan tähän käyttämä aika on pois urakkakohtaiseen perehtymiseen käytetystä ajasta. Ratkaisuksi tähän tullaan jatkossa laajentamaan ja päivittämään kohdeyrityksen materiaalipankkeja liittyen laatu- ja turvallisuussuunnitteluun. Neljäs päälöydös oli urakan osapuolten toisinaan liian hidas osallistaminen hankkeeseen. Jatkossa alihankkijat, materiaalintoimittajat ja ulkoiset sidosryhmät tulisi osallistaa urakkaan heti, kun se on mahdollista. Alustavat neuvottelut alihankkijoiden ja materiaalintoimittajien kanssa pyritään jatkossa aloittamaan heti, kun tilaajan hankintapäätös on tullut. Valitusajan loputtua solmitaan viipymättä hankintasopimukset, jotta alihankkijat voivat aloittaa omat toimenpiteensä toimituksensa edistämiseksi. Tämä menettely parantaa muun muassa heidän toimitusvarmuuttaan usein hektisessä toteutusvaiheessa. Informointi ja kommunikaatio ulkoisten sidosryhmien suuntaan pyritään niin ikään aloittamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämä parantaa epäsuorasti urakoitsijan julkisuuskuva, koska näin toimittaessa hankkeen vaikutukset heille eivät tule enää yllätyksenä. Viidentenä päälöydöksenä havaittiin puutteita mallipohjaisen rakentamisen osaamisessa koneenkuljettajien keskuudessa. Ongelmaa pyrittiin korjaamaan tuottamalla mittakonsultin työnä yhtenäinen mittausohje mallipohjaiseen rakentamiseen. Ohje on suunnattu lähinnä kaivinkoneenkuljettajille. Ohjeen toimivuutta kokeiltiin case-

kohteessa kolmella koneenkuljettajalla. Case-kohteen kokemusten perusteella ohjeella havaittiin olevan paljon potentiaalia, joskin se vaatii vielä lisää kehitystyötä.

5.2 Arviointi

Sisäinen validiteetti

Tutkimuksen validiteetti ilmaisee sitä, kuinka hyvin tutkimuksessa käytetty tutkimusmenetelmä mittaa sitä ominaisuutta, mitä on tarkoitus mitata. Validiteetti jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Sisäinen validiteetti tarkoittaa tutkimuksen sisäistä luotettavuutta, eli sitä, täyttääkö tutkimusjärjestely tieteellisen tutkimuksen vaatimukset ja vastaavatko teoriaosuuteen valitut käsitteet tutkimuksen tuloksia. Sisäistä validiteettia voidaan arvioida myös sen kautta, miten hyvin tutkimukselle asetetut tavoitteet ja päämäärät täyttyvät. (Shuttleworth 2008) Tästä näkökulmasta tarkasteltuna tämän tutkimuksen sisäinen validiteetti on korkea. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää kohdeyritykselle keinoja urakan aloitusvaiheen tehostamiseen ja siinä onnistuttiin. Tutkimusmenetelmänä teoriaosuudessa käytettiin kirjallisuuskatsausta, joka sisälsi lähinnä rakennusprojektien hallintaa koskevia teoksia. Lähdeoteoksia oli useita, mutta niiden otos olisi voinut olla vieläkin laajempi, jolloin uusia näkökulmia olisi tullut ehkä enemmän esille. Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin onnistuneen infrarakennusurakan perusedellytykset, jotka jaettiin seitsemän yläkäsitteen alle.

Empiriaosuudessa tutkittiin järjestelmällisesti näiden perusedellytysten toteutumista urakan aloitusvaiheen toimenpiteissä ja kohdeyrityksen toiminnassa. Empiriaosuus aloitettiin tutkimalla muun muassa kohdeyrityksen laatujärjestelmää ja muita aiheeseen liittyviä dokumentteja. Sen jälkeen kohdeyrityksen tuotantojohdolle järjestettiin haastattelututkimus, jossa selvitettiin kohdeyrityksen urakointitoiminnan nykytilaa. Empirian perusteella havaitut puutteet toiminnassa koottiin nykytilasynteesiin, jonka perusteella laadittiin lista kehitysehdotuksista kohdeyritykselle. Näistä kehitysehdotuksista toteutettiin kaksi lupaavinta ennen case-kohteen aloitusta. Tutkimuksen lopuksi nämä toteutetut kehitysehdotukset vielä validoitiin case-kohteen avulla. Tutkimusjärjestely täytti siis tieteellisen tutkimuksen vaatimukset aika hyvin, mutta parantamisen varaakin jäi vielä.

Ulkoinen validiteetti

Ulkoista validiteettia arvioitaessa täytyy pohtia saatujen tutkimustulosten yleistettävyyttä. Ulkoinen validiteetti on siis sitä parempi, mitä paremmin tulokset voidaan yleistää koeasetelman ulkopuolelle. Tämän tutkimuksen teoriaosuudessa etsittiin perusedellytyksiä onnistuneelle infrarakennusurakalle pääurakoitsijan näkökulmasta. Löydettyjä perusedellytyksiä voidaan soveltaa laajalti muihinkin Suomessa toteutettaviin infrarakennusurakoihin. Se johtuu pitkälti vakioiduista käytännöistä infrarakennusalalla. Yleisesti käytössä ovat esimerkiksi infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset sekä yleiset sopimusehdot, jotka yhtenäistävät tehokkaasti alalla noudatettavia käytäntöjä. Myös alan toimintaa säätelevät lait ja asetukset ovat samat kaikille toimijoille. Näin ollen teoriaosuuden ulkoinen validiteetti on hyvällä tasolla, mikäli vertailua tehdään Suomessa toteutettaviin urakoihin.

Empiriaosuuden suorittamiseksi käytettiin useampaa eri tutkimusmetodia. Laajapohjainen tutkimus usein parantaa ulkoista validiteettia. Empiriaosuudessa tutkittiin rakennusurakoihin liittyvää aineistoa, kuten yleisiä laatuvaatimuksia, lakeja ja asetuksia sekä yleisiä sopimusehtoja. Tältä osin ulkoinen validiteetti on korkea, koska kaikki Suomessa toteutettavat infrarakennusurakat pitäisi toteuttaa näiden samojen asiakirjojen vaatimusten mukaisesti. Kohdeyrityksen toimintaa tarkasteltiin lähinnä tutkimalla sen laatujärjestelmää ja järjestämällä haastattelututkimus urakointiin osallistuville toimihenkilöille. Tältä osin ulkoinen validiteetti ei ole välttämättä niinkään korkea. Tämä johtuu infrarakentamisen urakointia harjoittavien yritysten suuresti vaihtelevista ominaispiirteistä. Esimerkiksi yritysten koko, organisaatiokaaviot, toimialapainotukset ja toimintamallit vaihtelevat suuresti. Niillä yrityksillä, joiden ominaisuudet vastaavat kohdeyrityksen ominaisuuksia, ulkoinen validiteetti on todennäköisesti ihan hyvä. Muiden osalta yleistys ei välttämättä toimi, koska eri organisaatioilla on käytössään paljon erilaisia keinoja päästä lopulta samaan lopputulokseen. Työn tuloksena esitetyt kehitysehdotukset ja toimintamalli aloitusvaiheeseen eivät ole suoraan yleistettävissä muille infrarakennusalan yrityksille edellä mainituista syistä. Varmasti osa tutkimuksen tuloksena esitetyistä teeseistä on yleispäteviä ja hyödynnettävissä suoraan muidenkin käyttöön, mutta eivät läheskään kaikki.

Reliabiliteetti

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen ja väitteiden luotettavuutta ja toistettavuutta. Kun tutkimus on reliaabeli, se pystytään toistamaan kerta toisensa jälkeen ja tulokset säilyvät samankaltaisina. Tämä edellyttää kuitenkin tutkimusolosuhteiden pysymistä vakiona. Teoriaosuutta koostettaessa käytettiin aika laajaa otantaa Suomessa julkaistuista teoksista liittyen rakennushankkeiden hallintaan. Teosten ja artikkelien laatijat ovat enimmäkseen Suomen johtavia asiantuntijoita omalla alallaan. Käytetyt lähdeteokset olivat suhteellisen uusia julkaisuja, koska osa julkaistusta tiedosta vanhenee nopeasti rakennusalan kehityksen myötä. Tutkimusta toistettaessa oltaisiin kuitenkin voitu päätyä myös osittain toisenlaiseen lähdekirjallisuuteen. Tällöin ei voida varmuudella sanoa, että teoriaosuuden reliabiliteetti olisi todella hyvä.

Tutkimuksen empiriaosuudessa aloitusvaiheen toimenpiteet, kohdeyrityksen laatujärjestelmä sekä nykyinen toimintamalli käytiin järjestelmällisesti läpi. Kohdeyrityksen henkilöstölle järjestettiin myös haastattelututkimus, jonka kysymykset laadittiin pohjautuen teoriaosuudessa tunnistettuihin seitsemään urakan perusedellytykseen. Ennen haastattelujen järjestämistä kaikki informantit saivat vastattavakseen aiheeseen liittyvän ennakkokyselyn. Ennakkokysely valmisti informantteja haastattelua varten etukäteen, mutta silti ei voida olla varmoja, olisivatko vastaukset kysymyksiin samanlaisia, mikäli haastattelut toistettaisiin. Kaikki haastattelut toteutettiin kasvotusten, joten väärinkäsitysten mahdollisuus oli todennäköisesti aika pieni. Kysymysasettelu ei ollut tarkasti rajattu, vaan kysymysten luonne oli enemmänkin keskustelua avaava. Tutkija ei kuitenkaan alkanut ylitulkitsemaan vastauksia, vaan pitäytyi enimmäkseen lähes sanatarkoissa muodoissa kirjatessaan vastauksia. Haastatteluista saatujen vastausten toistettavuus eli reliabiliteetti voidaan arvioida aika hyväksi, joskin haastateltavien vaihdellut vireystila ja stressitaso vaikuttivat varmasti jonkin verran vastauksiin.

Tutkimuksen tuloksena laaditut kehitysehdotukset ja uusi toimintamalli kokonaisurakan aloitusvaiheeseen muotoutuivat loppujen lopuksi todella monen asian summana. Tärkeimpiä tekijöitä olivat tutkimuksen aikana havaitut puutteet kohdeyrityksen toimintamallissa ja laatujärjestelmässä sekä haastateltavien kertomat asiat. Myös tutkijan pitkä työkokemus kohdeyrityksen palveluksessa antaa varmasti näkemystä ainakin kehitysehdotusten rankkaamisessa tärkeysjärjestykseen. Joku täysin

ulkopuolinen tutkija olisi voinut päätyä erilaisiinkin painotuksiin kehitysehdotusten suhteen. Tärkeimmät kehityskohteet olivat kuitenkin niin selkeitä, että luultavasti ne olisivat tulleet joka tapauksessa esille. Näin ollen reliabiliteettia voi pitää lopputulosten osaltakin aika hyvänä.

5.3 Jatkokehitystarpeet

Pysyäkseen mukana kovassa kilpailussa, toiminnan jatkuva kehittäminen on välttämättömyys etenkin infrarakentamisen pääurakointia harjoittaville yrityksille. Tässä tutkimuksessa keskityttiin kokonaisurakan aloitusvaiheen läpiviennin tehostamiseen kohdeyrityksen tapauksessa. Sisäisen toimintamallin ja -prosessin kehittäminen ja sujuvoittaminen on yksi tapa saavuttaa entistä parempia tuloksia urakointiliiketoiminnassa. Kehitysprojekteja voidaan jatkossakin toteuttaa joko yrityksen omana työnä, konsulttityönä tai korkeakoulujen opinnäytetöiden avulla. Urakointiliiketoimintaa suoraan edistäviä tutkimuskohteita voisivat olla esimerkiksi kokonaisurakan eri vaiheiden tehostaminen. Pääurakoitsijan näkökulmasta selkeitä vaiheita kokonaisurakassa aloitusvaiheen lisäksi on kolme: tarjouslaskentavaihe, urakan toteutusvaihe sekä urakan luovutusvaihe. Nämä kaikki kolme vaihetta tarjoavat oivallisen tutkimuskohteen joko DI- tai AMK-tasoisien lopputyön tekijälle. Lähestymistapa työhön voisi olla samankaltainen kuin tässäkin tutkimuksessa. Riippuen tutkijan kokeneisuudesta aihepiiriin liittyen, tutkimus voitaisiin järjestää myös jollain muulla menetelmällä. Tutkimusten suorittaminen näistä aiheista tuottaisi varmasti myös paljon lisää kehitysehdotuksia kohdeyrityksen toimintaan.

Lisätutkimusta kaipaisi varmasti myös tietomallintamisen hyödyntäminen infrarakentamisessa. Aihetta on viimeisen kymmenen vuoden aikana jo tutkittu aika paljon, mutta uusia näkökulmia on taatusti vielä löytämättä. Aihepiiri on erittäin laaja, mutta tutkimusta voisi rajata koskemaan esimerkiksi urakan luovutusvaiheessa tilaajalle toimitettavan tietomallin koostamista. Tämä valmista rakennetta kuvaava tietomalli, eli niin sanottu As-Built malli tulee luultavasti olemaan jatkossa tilaajien tavanomainen vaatimus infrarakennusurakoita luovutettaessa. Näiden neljän aiheen lisäksi eräs jatkokehittämisen arvoinen kohde on tuotantojohdolle tarkoitettu opas urakan aloitusvaiheeseen. Oppaan laatimista tavallaan aloitettiin jo tämän tutkimuksen sivutuotteena, kun diplomityöstä siirrettiin sinne detaljitason ohjeistukset aloitusvaiheen toimenpiteiden oikeaoppiseen suorittamiseen. Opasta tulisi kuitenkin

vielä kehittää lisää, jotta se palvelisi mahdollisimman hyvin tarkoitustaan. Etenkin kokemattomammille työnjohtajille voisi olla suuri apu oppaan tarjoamista neuvoista ja vinkeistä.

LÄHDELUETTELO

Aapaoja, A., 2014. Enhancing value creation of construction projects through early stakeholder involvement and integration. Väitöskirja. Oulun yliopiston tutkijakoulu, Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Tuotantotalous, 116 s. ISBN 978-952-62-046-1

Aapaoja, A., Haapasalo, H. & Söderström, P., 2013. Early stakeholder involvement in the project definition phase: case renovation. Oulun yliopiston tuotantotalouden tutkimusraportteja 8/2013. Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Tuotantotalouden tutkimusyksikkö, 14 s.

Dowlathshahi, S., 1998. Implementing early supplier involvement: a conceptual framework, International Journal of Operations and Production Management, vol. 18, no. 2, pp. 143-167.

Finlex.fi, Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton verkkopalvelu, Jätelaki, 17.6.2011/646 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L1P5> [viitattu 7.6.2020]

Finlex.fi, Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton verkkopalvelu, Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista, 3.11.1994/977/1994 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940977> [viitattu 27.1.2020]

Finlex.fi, Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton verkkopalvelu, Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta, 26.3.2009/205 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205> [viitattu 15.11.2019, 3.12.2019, 4.12.2019, 27.1.2020 ja 5.2.2020]

Finlex.fi, Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton verkkopalvelu, Ympäristönsuojelulaki, 27.6.2014/527 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki#L12P11> [viitattu 18.11.2019]

Göös, J., 2018. Työmaan aloitus- ja rakentamisvaiheeseen liittyvien toimenpiteiden kehittäminen omaperusteisessa asuntotuotannossa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tampere. 51 s. + liitt. 3 s.

Haapasalo, H., Aaltonen, K., Kähkönen, K. & Saari, A., 2018. Rakentamisen Integraatiomekanismit: RAIN-hankkeen loppuraportti. Oulun yliopiston tuotantotalouden tutkimusraportteja 1/2018. Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Tuotantotalouden tutkimusyksikkö, 79 s. ISBN 978-952-62-2159-5

Halttula, H., Haapasalo, H. & Silvola, R., 2020. Managing data flows in infrastructure projects – the lifecycle process model. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Saatavissa: <http://www.itcon.org/2019/N> [viitattu 4.7.2020]

Häkkinen, L., 2014. Rakentamisen aloituksen valmistelu. Mestarityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Talonrakennustekniikka. Helsinki. 40 s. + liitt. 18 s.

Junnonen, J-M., Kankainen, J., 2012. Rakennusurakoitsijoiden hankintakäsikirja. 2. uudistettu painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy, 151 s. ISBN 978-952-269-025-8

Kauppinen, J., 2012. Talonrakennustyömaan aloitusvaiheen toimenpiteet. Ammattikorkeakoulututkinto. Savonia-Ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Kuopio. 40 s. + liitt. 5 s.

Kortene, M., Olin, T., 2017. Infrarakentajan käsikirja. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy, 220 s. ISBN 978-952-267-220-9

Kähkönen, K., Keinänen, M., 2018. Projektisysteemien suunnittelu - Suunnitteluperiaatteita ja ratkaisumalleja rakennusosalalle: Rain-tutkimushankkeen osaraportti 2. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio. Rakennustuotanto ja -talous. Raportti, Vuosikerta. 27, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio, 38 s. ISBN 978-952-15-4298-5

Lehto, J., Härkönen, J., Haapasalo, H., Belt, P., Möttönen, M. & Kuvaja, P., 2011. Benefits of DfX in requirements engineering, *Technology and Investment*, vol. 2, pp. 27-37.

Lichtig, W., 2006. The integrated agreement for Lean project delivery. *Construction Lawyer* 26(3): 1-8.

Liikennevirasto, 2017. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Liikenneviraston ohjeita 18/2017, [verkkodokumentti]. Helsinki. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf [viitattu 3.2.2020]. 227 s. ISBN 978-952-317-392-7

Lindholm, M., Junnonen, J-M., 2012. *Infrahankkeen tuotannonhallinta*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy, 156 s. ISBN 978-952-269-065-4

Lindqvist, A., Kallio, J., Maarakennuskoneet, Johdatus maarakentamisessa käytettäviin koneisiin ja lisälaitteisiin-julkaisu [verkkodokumentti]. Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry. Saatavissa: <https://www.maansiirtorikamat.fi/wp-content/uploads/2015/01/maarakennuskoneetpdf.pdf> [viitattu 14.1.2020]. 36 s.

Loponen, O., 2013. *Työmaan aloituskansio. Mestarityö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Infrarakentamisen moduuli*. Oulu. 33 s. + liitt. 2 s.

Matthews, O., Howell, G.A., 2005. Integrated project delivery an example of relational contracting. *Lean Construction Journal*, vol 2., no. 1, pp. 46-61.

Morwood, R., Deborah, S. & Pitcher, I., 2008. *Alliancing. A Participant's Guide*. Maunsell AECOM, Brisbane.

Möttönen, M., Härkönen, J., Belt, P., Haapasalo, H. & Similä, J., 2009. Managerial view on design for manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, vol. 109, no. 6, pp. 859-872.

Olin, T., 2015. *Infrarakentajan ympäristöopas*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy, 127 s. ISBN 978-952-269-140-8

Oulun kaupunki/ Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, 2020. Kollaantien peruskorjaus välillä Kollaankuja – Haasiokatu. Katusuunnitelma. Korkeudet, kuivatus, ympäristö ja liikenteenohjaus.

Oulun kaupunki/ Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, 2020. Varstatien perusparantaminen. Katusuunnitelma. Korkeudet, kuivatus, ympäristö ja liikenteenohjaus.

Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy, 2020a. Työmaan laatusuunnitelma, 22 s.

Oulun Maa- ja Vesirakennus Oy, 2020b. Työmaan turvallisuussuunnitelma, 15 s.

POP-ELY, 2018a. 539/2018 Urakkaohjelma. Maantien 816 kevyen liikenteen järjestelyt välillä Ailasto – Keskikylä, KU, Hailuoto, 52 s.

POP-ELY, 2018b. 539/2018 8R18 775 Urakkasopimusluonnos, yleinen osa. Maantien 816 kevyen liikenteen järjestelyt välillä Ailasto – Keskikylä, KU, Hailuoto, 16 s.

Rakennustieto Oy, 2016. RT 16-10660, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2. tarkistettu, muuttamaton painos. Helsinki: Rakennustieto Oy, 20 s.

Rakennustieto Oy, 2016. RT 10-11222, Talonrakennushankkeen kulku: Rakennushankkeen osapuolet. Rakennustietosäätiö RTS, 6 s.

Rantala, O., 2018. Suomalaisten infrayritysten kokemuksia kansainvälistymisestä, digitalisoitumisesta ja yritystoiminnan kehittämisestä, Infra-Botnia 2018-hanke [verkkodokumentti]. Yrkeshögskolan Novia. Saatavissa: https://www.infra-botnia.eu/wp-content/uploads/2018/12/Sidosryhm%C3%A4analyysi_Suomi.pdf [viitattu 29.6.2020]. 22 s.

Salminen, J., 2020. Rakennushankkeen uusiutuvat toteutusmuodot. 2. uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy, 195 s. ISBN 978-952-267-341-1

Shuttleworth, M., 2008. Validity and Reliability. Saatavissa: <https://explorable.com/validity-and-reliability> [viitattu 14.6.2020]

Siikanen, P., Kankainen, J., 2004. Työpäällikön käsikirja. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy. ISBN 952-5472-19-1

Suomen kuntatekniikan yhdistys ry, 2013. Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla-julkaisu. Suomen kuntatekniikan yhdistys ry, 72 s.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 2006. RIL 231-1-2006, Infrarakentamisen kustannushallinta. Tekstiosa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 63 s. ISBN 951-758-462-8

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr., 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3. tarkistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy, 144 s. ISBN 978-952-267-227-8

van Valkenburg, M., Lenferink, S., Nijsten, R. & Arts, J., 2008. Early contractor involvement: a new strategy for "buying the best" in infrastructure development in the Netherlands, in Proceedings of the 3rd International Public Procurement Conference.

Vesterinen, S., 2015. Infrahankkeen viestintäsuunnittelu. Insinööurityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma, Infrarakentaminen. Helsinki. 66 s. + liitt. 1 s.

Liite 1 (1). Aloitusvaiheen muistilista infrarakennustyömaalle.

Aloitusvaiheen muistilista infrarakennustyömaalle

Urakan nimi:		Osallistujat:		Päivämäärä:		
Toimenpiteet osa-alueittain		Ei tarpeen	Vastuu	Tavoite pvm	OK (pvm)	Lisätietoa
Yhteistoiminnallisuus ja kommunikaatio						
Rakennustyön ennakoilmoitus AVI:lle						
Ilmoitus liikennettä haittaavasta työstä						
Ilmoitus melua, pölyä tai tärinää aiheuttavasta työstä						
Työmaan aloituskatselmus tilaajan kanssa						
Lähikiinteistöjen vauriokatselmukset						
Asukastiedotteiden laatiminen						
Tiedotustaulujen teettäminen						
Johto- ja laitesiirotalaverin järjestäminen						
Kaivuluvan hakeminen						
Yleisen alueen käyttöluvan hakeminen						
Vastaavan työnjohtajan hyväksyttäminen						
Räjäytys- ja louhintatyömaan ilmoitus						
Kustannusten hallinta						
Urakkasopimuksen allekirjoitus						
Maksuerätaulukon laatiminen						
Määräluetteloiden tarkistaminen						
Rakennusajan vakuuden toimittaminen						
Vakuutusten hankkiminen						
Laadun hallinta						
Työmaan laatusuunnitelma liitteineen						
Laadunvarmistussuunnitelma						
Työvaihekohtaiset työ- ja laadunvalvontasuunnitelmat						
Suunnitelmien paperiversioiden tilaaminen						
Tunnusten pyytäminen tilaajan projektipankkiin						
Turvallisuus						
Työmaan turvallisuussuunnitelma ja riskien arviointi						
Kaivanto- ja kuivatussuunnitelma						
Työmaa-alueen käyttösuunnitelma						
Liikenteenohjaussuunnitelma						
Sähköistysuunnitelma						
Kaapeli- ja johtoselvitykset ja -näytöt						
Ajallinen hallinta						
Työjärjestyksen suunnittelu						
Yleisaikataulun laatiminen						
Resurssit ja hankinta						
Aliurakoina teetettävät työvaiheet, sopimuskumppanit ja urakkasopimusten laatimisen vastuutus:						
Aliurakoitsijoiden TiVa-todistusten hankkiminen						

Liite 1 (2). Aloitusvaiheen muistilista infrarakennustyömaalle.

Toimenpiteet osa-alueittain	Ei tarpeen	Vastuu	Tavoite pvm	OK (pvm)	Lisätietoa
Aloitusvaiheessa hankittavat rakennusmateriaalit, niiden toimittajat ja tilaamisen vastuutus:					
Kaivokorttien laatiminen					
Urakassa aloittavat työnjohto, maanrakentajat ja konekalusto:					
Urakan ylijäämään ajokalusto ja maan vastaanottoaikka:					
Liikenteenohjaus- ja pienkaluston hankkiminen					
Vuokralaston hankkiminen					
Ympäristövastuullisuus					
Työmaan ympäristösuunnitelma (osana laatusuunnitelmaa)					
Massansiirtosuunnitelma					
Urakassa syntyvien jätteiden vastaanottoaikkojen selvittäminen					
Työmaan jätehuoltosopimus					
Jätelavojen hankkiminen					
Työmaan perustaminen					
Työmaan perustaminen yhtiön sähköisiin järjestelmiin					
Taukotilojen, varastokonttien ja varastoalueiden perustaminen					
Työmaan sähköliittymän ja sähköistyskaluston hankkiminen					
Mittausaineiston toimittaminen mittavastaavalle					
Koneohjauksen tukiaseman ja mittausperustan hankkiminen					
Työmaan henkilöluettelon perustaminen					
Työntekijöiden perehdyttämisen suunnittelu					
Muuta					



Tarkastuslista Koneohjaus

Jokaiselle uudelle projektille	Tarkista koordinaattijärjestelmää, aseta sauvakorkeus, tee tarkistusmittaus
Viikoittain	Tee tarkistusmittaus ja synkronoi (kuvaus seuraavalla sivulla)
Päivittäin	Tee toteumamittaus ja synkkaa kartoitetut tiedostot(kuvaus seuraavalla sivulla)
Jos epäillään virhettä	Tarkista valittu kauha, tee vian haku, soita tuki

Tie & rakennushankkeet

Mallin nimi	Selitys
yyp	Ylin yhdistelmäpinta
sitk	Sitomaton kantava kerros
jak	Jakava kerros
suod	Suodatin kerros
vap	Väylärakenteen alapinta
mvk	Massanvaihtokaivuu
kal	Kalliopinta
kan	Kanaali
louh	Louhe
aap	Anturan alapinta
tsv	Tasausviiva
valopylvaat	Valopylväät
so-kaivot	Salaojakaivot
sv-kaivot	Sadevesikaivot
jv-kaivot	Jätevesikaivot
tarkistuspisteet	Tarkistuspisteet

Taustakuvat

Malli
Asemapiirros
Tielinjat
Kuivatus
Kunnallistekniikka
Kiinteistorajat
Sahko
Urakkaraja
Valaistus
Tarkistuspisteet

Hankkeella otettavat tarkkeet

Taustakuvien värit

Väri	Selitys
Oranssi	Jätevesi
Syaani	Vesi
Vihreä	Hulevesi
Tummanvihreä	Salaoja
Keltainen	Sähkö
Magenta	Tele
Violetti	Kaukolämpö
Punainen	Kiinteistörajat

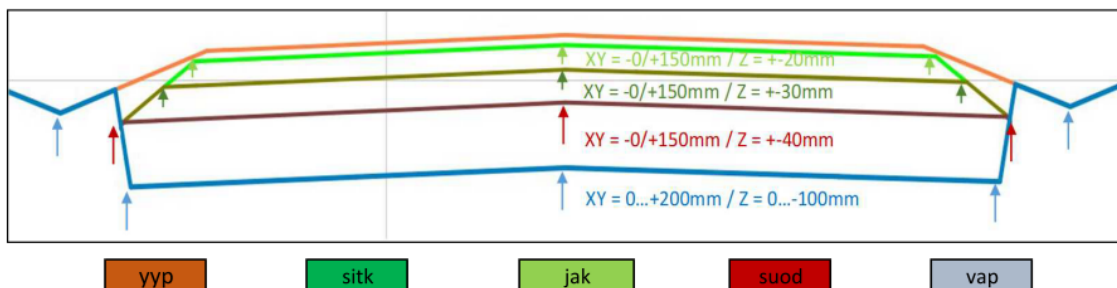
Ab Ostromap Oy

Kuka	Työtehtävät	Puhelin	S-posti
Jesper	Tilaukset, koneohjausmallit, tuki	0447770515	jesper.wikman@ostromap.fi
Benjamin	Koneohjausmallit, tuki	0447391549	benjamin.nygard@ostromap.fi
Mattias	Koneohjausmallit, tuki	0447575673	mattias.sjostrom@ostromap.fi
Fredrik	Koneohjausmallit, tuki	0447266577	fredrik.fagerholm@ostromap.fi
Tomi	Koneohjausmallit, tuki	0444858375	tomi.nokelainen@ostromap.fi



Mittaukset kaivinkoneella

Tarkistusmittaa joka maanantai, toleranssi hyväksyneelle kaivinkoneelle XY +/- 50mm / Z +/- 20mm
 Nuolet kuvassa osoittaa missä kohtaa rakennekerrosta tarkkeet otetaan, yleensä joka 20 metrin välein.
 Toleranssit kuvassa ovat jokaiselle rakennekerrokselle eri.



Tarkistusmittaus

Lagra punkt Inställn. (1/2)

Koordinatfil: TM.geo

Punktnamn: V13

☒ Medelvärdesmätning

☐ Visa i körläge

Mät

Nord: 7221317,186 471279,847 Öst

Höjd: 3,359 1203 # mätningar

N: 7221279,446 E: 471250,364 H: 3,119

Paina "N" luodakseen uusi tiedosto.

"Pisteen nimi" tulee olemaan viikonnumero.

Aseta kauhan keskikohta tarkistus pisteelle ja ruksaa "Keskiarvomittaus"

Kun "#mittaus" on 200 paina "Mittaa"

Synkkaa!

Tarkkeiden kartoittaminen

Autologgningsalternativ (2/2)

Mät via: [Manuell]

Punktfil: [yyp.csv] Add

Punkt ID: [yyp]

☐ Visa punkter i planvyn

☐ Registrera i auto läge

☒ Använd panelens knappar

Mätpunkter

☐ Left ☐ Center ☐ Right ☒ Ref

Jatka sivulle 2 "Tallenna piste"-asetuksissa

Aseta "Mittaa"-kohdassa "Manuaalinen"

Paina "Add" luodakseen uusi csv-tiedosto.

"Pistetiedosto" tulee olemaan samanniminen kuin aktiivinen malli mihin mitataan

"Pistetunnus" tulee olemaan samanniminen kun pistetiedosto

Ruksaa "Ref" niin että mittauspiste on sama kuin kauhan aktiivinen piste

Synkkaa joka päivä ennen kuin työpäivä loppuu